DILIGENTIA.

NATUURKUNDIGE VOORDRAGTEN.

ZESDE SERIE.

1877—1878.

BESCHREVEN DOOR

P. A. HAAXMAN JR.

'S GRAVENHAGE,
H. C. SUSAN C.H ZN.
1878.

VOORBERIGT.

Ter herinnering aan de Natuurkundige voordragten, in den winter van 1877/78 *gehouden, wordt dit met zorg uitgewerkt verslag den HH. Leden van de Maatschappij* DILIGENTIA *door haar Bestuur ook nu weder aangeboden.*

Moge de nalezing van deze Verhandelingen de Leden opwekken, vele hunner vrienden aan ons Genootschap te verbinden.

Namens het Bestuur,

Dr. G. H. MULLER,

Secretaris.

'sHAGE, *30 September 1878.*

NAAMLIJST DER LEDEN

VAN DE

MAATSCHAPPIJ DILIGENTIA.

Beschermheer:

Z. M. KONING WILLEM III.

Eereleden:

Z. K. H. DE PRINS VAN ORANJE.

Z. K. H. P

Z. K. H PRINS FREDERIK.

Prof. P. L. RIJKE, te Leiden (1834).

Mr. D. H. LEVYSSOHN NORMAN (1839).

E. M. CALISCH (1842)

Mr. A. M. 'S GRAVESANDE GUICHERIT, te Delft (1842).

Phil. Th. Dr. L. R. BEYNEN (1843).

Phil. Th. Dr. C. VAN OSENBRUGGEN (1843).

R. H. ARNTZENIUS (1853).

Prof. D. GROTHE, te Delft (1870).

Gen.-Majoor F. A. T. DELPRAT, te Amsterdam (1871).

Bestuurderen:

Dr. A. VROLIK, *Voorzitter.*

Mr. A. G. C. ALSCHE.

Gen. C. T. VAN MEURS.

W. C. A. STARING.

Jhr. J. WESTPALM VAN HOORN VAN BURGH.

Prof. J. BOSSCHA JR.

Dr. H. C. KIPS.

DR. H. VAN CAPPELLE.

Luit.-Kol. R. A. W. SLUITER.

Dr. G. H. MULLER, *Secretaris en Thesaurier.*

GEWONE LEDEN DER MAATSCHAPPIJ.

H. van Schaijk.
Mr. J. A. Philipse.
Jhr. Mr. B. van den Velden.
Mr. J. D. Baron van der Heim.
H. W. Baron van Aylva van Pallandt van Neerijnen.
C. H. Baron van Pallandt van Rijksdorp.
W. Stortenbeker.
Mr. H. J. Soury.
F. A. Graaf van Limburg Stirum Noordwijk.
J. D. van Herwerden.
Mr. R. J. Graaf Schimmelpenninck.
D. P. de Swart.
Mr. G. Delprat.
Jhr. Mr. J. K. W. Quarles van Ufford.
Mr. H. Vollenhoven,
Mr. G. N. de Kempenaer.
Gebr. Meiners.
Gen. Dr. J. P. Delprat.
Mr. W. Nierstrasz van Tienhoven.
B. E. Lachapelle.
Mr. P. J. Ledeboer.
J. J. van Kerkwijk.
Mr. J. C. van de Kasteele.
Mr. C. M. A. Hartman.
J. J. Delia.
Jhr. F. V. A. Ridder de Stuers.
J. H. van Iterson.
Mr. H. Baron van Slingelandt van Goidschalksoirt.
H. T. Krabbe.
Jhr. L. M. Schuurbeque Boeije.
J. P. Hofstede.
Dr. Th. Blom Coster.
Mr. H. A. van Dijk van 't Velde.
Jhr. Mr. F. G. A. Gevers Deynoot.
J. Stam.
C. Goekoop Dz.
Mr. J. H. v. Wickevoort Crommelin.
J. Tideman.
M. C. J. Piepers.
Dr. S. Hoven.
Mr. C. L. de Vos v. Nederveen Cappel.
Jhr. Mr. W. T. Gevers Deijnoot.
Jhr. A. F. C. G. Everts.
Jhr. Mr. F. W. A. Beelaerts van Blokland.
J. G. W. Fijnje.
J. B. Graaf van Limburg Stirum.
Jhr. G. J. G. Klerck.
H. D. Potter.

Mr. J. P. Vaillant.
G. H. A.N. Rietstap.
Mr. L. N. Graaf van Randwijk.
Dr. E. Hanlo.
Firma Giunta d'Albani.
N. A. Allot.
Jhr. Mr. J. F. Schuurbeque Boeije.
H. J. Dirksen.
Dr. J. Th. Mouton.
W. H. van Zanten.
G. Snoek Henkemans.
T. W. van Oudheusden van Achttienhoven.
G. C. Terlaak.
J. M. Colette.
Dr. L. J. Egeling.
Dr. G. Th. A. Wolterbeek Muller.
Dr. W. Hester.
W. van Oordt.
Mr. G. M. van der Linden.
W. J. M. Asmus.
G. C. de Groot.
Mr. N. J. W. Smallenburg.
Jhr. Mr. J. G. H. van Tets van Goudriaan.
C. J. van der Oudermeulen.
Mr. F. Graaf van Randwijck.
C. H. F. Graaf Dumonceau.
J. J. C. de Wijs.
Mr. W. A. Baron van Verschuer.
S. A. Lutz.
Mej. J. Ringlever.
C. H. P. van Diggelen.
F. P. Stutterheim.
A. Verkat Egter van Wissekerke.
J. W. van den Bergh.
P. A. Baron Reede van Oudshoorn.
L. Graaf van Limburg Stirum-Warmond.
A. H. van Krieken.
Mr. W. A. J. Baron Schimmelpenninck van der Oije.
Mr. Th. W. Baron van Zuylen van Nijevelt.
R. T. Maitland.
P. van der Burg.
Mr. B. van der Haak.
Mr. W. A. P. Verkerk Pistorius.
Jhr. Mr. A. H. Gevers.
Jhr. A. R. J. Klerck.
Dr. C. W. Vollgraff.
O. Baron Groeninx van Zoelen.
Dr. J. K. Hummel.
C. J. G. Baron van Hardenbroek van Bergambacht.
A. H. Drijfhout van Hooff.
L. T. J. M. Meylink.
C. J. J. Borst.
B. A. Bruns.
Dr. B. Carsten.

Jhr. C. A. E. A. van Panhuijs.
Y. Ykema.
Mr. C. Asser.
C. J. Bolten.
W. Graaf van Limburg Stirum.
P. C. L. Eikendal.
Dr. J. A. Moll.
Dr. J. F. Baerken Jr.
Mr. C. J. François.
Mr. B H. M. Hanlo.
P. Caland.
Dr. H. J. Vinkhuijzen.
Mr. C. Baron van Breugel Douglas.
Jhr. T. L. Gevers Deijnoot.
Dr. G. J. van Wieringhen Borski.
J. A. C. J. Pickhardt.
Jhr. A. Lijclama á Nijeholt.
Dr. J. M. C. E. le Rütte.
A. de Bourbon.
J. Ragut.
D. O. L. v. Franckenberg en Proschlitz.
H. Dubois.
L. J. T. Broekhoff.
Jhr. V. P. G. de Serière
Mr. W. Baron van Goltstein.
Jhr. Mr. B. C. de Jonge.
J. W. Vorderman.
J. Th. Metzelaar.
P. G. Asmus.
Jhr. F. de Casembroot.
J. H. Engelbrecht.
E. R. van Welderen Baron Rengers.
Jhr. Mr. J. J. de la Bassecour Caan.
G. Brouwer.
J. Hell.
Mr. A. J. Graaf van Randwijck.
W. F. Peltzer.
A. Croiset van der Kop.
Mr. F. B. Coninck Liefsting.
H. van der Meer de Walcheren.
C. Burgersdijk.
J. van Stralen.
J. A. Carbasius.
G. F. C. Rose.
Ds. P. M. Deerns.
J. A. Le Clercq.
W. Hoogenboom.
Dr. P. M. Mess.
A. W. Muijsken.
L. H. J. J. Mazel.
Mr. W. J. Baron d'Ablaing van Giessenburg.
Dr. L. Bleekrode.
Mr. C. Fock.
J. W. D. Roëll.
Prof. M. Salverda.
J. A. de Vassy.
J. Kok Jz.
J. van Rijn van Alkemade.
J. A. Snijders.

Mr. A. de Wit.
Mr. J. J. Schmolck.
Mr. A. N. M. Pit.
W. H. J. van Idsinga.
D. F. A. Bauduin.
Mr. A. M. van Stipriaan Luïscius.
W. Kraft
P. C. Evers.
A. C. A. Schönstedt.
J. M. Schorer.
J. W. Witsen Elias.
M. Giebert.
D. W. Westerbaan.
W. A. Ribbe.
Herman F. C. ten Kate.
Dr. C. P. Pous Koolhaas.
Dr. J. C. van Dooremaal.
L. Brender à Brandis.
H. J. van der Mandele.
P. C. van Oosterzee.
J. M. de Man.
P. Schroot.
E. Beekman.
J. H. Lintz.
A J. Voorduin.
N. T. Michaëlis.
Dr. L. Mulder.
Jhr. Mr. S. M S. de Savornin Lohman.
J. W. L. van Oordt.
W. F. de Bruijn Kops.
Dr. J. M. Piepers.
J. W. Jäger.
Jhr. Mr. J. H. van Reenen.
Jhr. P. J. Vegelin van Claerbergen
G. van der Kooij.
P. Vreede Bik.
Jhr. Dr. Edw. Everts.
F. W. Hudig.
A. Werumeus Buning
H. T. A. Borst Pauwels.
Mr. J. Loudon.
P. A. Haaxman Jr.
P. F. Rijnenberg.
H. Veuger Kuiper.
Mej. C. T. A. M. Koelink.
F. C. P. Donnadieu.
P. W. Haak van der Goes.
W. L. A. Gericke.
G. J. van der Tuuk.
P. J. van Rhede van der Kloot.
A. W. Teding van Berkhout.
W. J. M. de Bas.
Mej. G. Strootman.

MAATSCHAPPIJ DILIGENTIA.

NATUURKUNDIGE VOORDRAGTEN.

I.

Dr. J. H. H. HÜLSMANN:

Over Sferen-Harmonie

I.

De Directeur van de Hoogere Burgerschool te Tilburg, Dr. HÜLSMANN, opende de reeks spreekbeurten met een verhandeling over de navorschingen van de groote mannen der wetenschap naar de inrigting en het ontstaan van het zonnestelsel. Eigenaardig is de titel, door den spreker voor zijne verhandeling gekozen. De harmonie der sferen, in het licht van het wetenschappelijk onderzoek onzer dagen zoo klaar en onomstootelijk aangetoond, werd reeds vermoed door de groote vernuften der oudheid, die bij hunne onderzoekingen naar het zamenstel van het Heelal de ondubbelzinnigste kenteekenen vonden van de orde en de regelmaat, van de volmaaktheid der Schepping. Evenals in onze dagen kunst en wetenschap elkanders voorlichting niet kunnen ontberen, zoo waren het ook die twee magtige bondgenooten, die in de vervlogen eeuwen het menschelijk vernuft scherpten en door de denkers van de oudheid den grondslag deden leggen voor onze tegenwoordige kennis van de zigtbare dingen der Schepping.

Kunst en wetenschap zijn van goddelijken oorsprong.

Zij stralen licht en warmte uit in het dikwijls duistere en koude aardsche leven, vol beslommeringen en tegenstrijdigheden, en verheffen den mensch boven het gemeene en alledaagsche door veredeling van zijne natuur. Haren oorsprong getrouw zijn zij innig aan elkander verbonden en steunen en schragen elkaêr, zoodat de vooruitgang van de een voorwaarde en gevolg is van den vooruitgang van de ander. Zonder de kunst zou de wetenschap nooit zulk eene hooge vlugt hebben genomen; niet gesteund door de wetenschap, zou de kunst welligt buiten de grenzen van het werkelijk schoone zijn verdwaald.

Valt het thans moeijelijker, nu èn kunst èn wetenschap beiden tot reuzen zijn opgegroeid, den innigen zamenhang tusschen beide uitingen van den menschelijken geest waar te nemen, wanneer men dieper doordringt, overtuigt men zich ook nog heden ten dage, dat sommigen van de schoonste ontdekkingen op het gebied van de natuurkundige wetenschap aan de toon- en de schilderkunst te danken zijn en dat de wetenschap van de wetten, volgens welke de kunst werkt, groote hervormingen op kunstgebied gedeeltelijk heeft tot stand gebragt, gedeeltelijk nog voorbereidt.

Ten duidelijkste blijkt echter de wederzijdsche inwerking van kunst en wetenschap in de vroegere cultuurperioden, vooral in het oude Griekenland, de wieg en bakermat van onze cultuur. De kiemen, uit Egypte en het Oosten overgebragt, werden daar opgenomen door een rijk begaafd volk, dat van nature eene neiging had tot de eeredienst van het schoone, liefelijke en welluidende. Gekoesterd door een gelukkig klimaat, ontwikkelden en groeiden die kiemen tot een overheerlijken boom, waarvan de vruchten tot op den huidigen dag kracht en voedsel geven aan onze maatschappij.

In dat Griekenland leefde een van de eerste grondleggers der wetenschap, PYTHAGORAS, de wijsgeer van Samos, die bij de Egyptenaars en misschien ook bij de Perzen in de leerschool was geweest. In zijn geest verhief de oostersche wijsheid zich tot de wetenschap der vormen en der getallen, de geometrie en de arithmetica. Maar naast lineaal en cirkel was de lier het levens-element van den grondlegger der wiskunde; de muziek, de harmonie der toonen, werd bij hem het symbool van een welgeordend leven, en zijne volgelingen, een vast aaneengesloten geheel vormende in de Phythagorische school, of liever in een verband, dat de strekking had het ware op te sporen en het goede te doen, waren ijverige beoefenaars van de muziek en de wiskunde.

De overlevering noemt PYTHAGORAS den eersten vorscher naar de oorzaak van de harmonie en de disharmonie der toonen, m. a. w. hij zou de eerste geweest zijn, die een onderzoek instelde, om welke reden verschillende toonen, die te gelijk de gehoorzenuw aandoen, soms een aangenamen indruk te weeg brengen, soms ondragelijk voor ons gehoor zijn. De toonen *do*, *mi*, *sol* van onzen gewonen toonladder, de bekende drieklank, strelen ons met hunne volheid en kracht; *do*, *si*, grondtoon en septime, brengen ons gevoel op de pijnbank. Wat is van deze en soortgelijke verschijnselen de reden? Zietdaar het probleem, welks oplossing PYTHAGORAS zich tot taak stelde.

Hij vond dat de verhoudingen van de lengten der snaren, die harmonische toonen voortbrengen, door de eenvoudigste geheele getallen worden voorgesteld; dat een snaar, met hare helft verminderd, de octaaf van den grondtoon; op een derde gebragt, de quint; op een vierde eene hoogere octaaf doet hooren; terwijl het vijfde gedeelte der snaar de terts voortbrengt. De harmonische drieklank

is het product van drie snaren van dezelfde soort, welker lengten in zeer eenvoudige verhoudingen staan. Om de belangrijkheid van deze grootsche ontdekking eenigzins te beseffen, moeten wij ons voor een oogenblik buiten de tegenwoordige wetenschap verplaatsen op het standpunt van den Griekschen wijsgeer. De wonderbare harmonie der toonen, wier zoete en betooverende kracht in het menschelijk gemoed doordringt, zoo diep, dat de zangers in de mythologie als hooger begaafde wezens worden verheerlijkt, was voor hem een verborgen natuurgeheim, dat hij trachtte te ontsluijeren. Werkelijk gelukte het PYTHAGORAS, den sluijer voor een goed deel op te heffen. Het geheim verdween en in de plaats van een onbegrepen mysterie trad de kristalheldere gedachte van eene eenvoudige wiskundige verhouding. Dat hij na zijne ontdekking hecatomben offerde (bestaande in honderden ossen uit dankbaarheid der godheid geslacht) is waarschijnlijk een opgesmukt verhaal: begrijpelijk zijn echter de vreugde en het geluk van den man, wiens ontdekking de kiem werd van nieuwe vruchten voor de wetenschap.

Spreker stond vlugtig stil bij de onmiddellijke resultaten van deze ontdekking, bij de onderzoekingen op arithmetisch terrein, bij de beroemde stelling, die haar naam ontleent aan PYTHAGORAS en bij de bekrooning van het gebouw der wiskundige stellingen van de Pythagorische school, het opsporen van onmeetbare grootheden en het vinden van irrationale getallen. Uitvoeriger wijdde spreker uit over de nieuwe wereldbeschouwing, voortgevloeid uit de ontdekking van de eenvoudige verhouding der harmonische toonen, die van dien tijd af de drijfveer is geweest bij wetenschappelijk onderzoek, vooral op astronomisch gebied. Die wereldbeschouwing is de harmonie der sferen, geheel analoog met de harmonie der toonen. Had men de

oorzaak van de laatste ontdekt als te liggen in de verhouding van eenvoudige getallen, wat lag meer voor de hand dan te vermoeden, dat overal, waar orde, symmetrie, regelmaat in de natuur bleken te bestaan, ook getallen in eenvoudige verhoudingen de wet voorschrijven? Reeds bij de Egyptenaars had PYTHAGORAS den hemel leeren gadeslaan; daar werd hij ingewijd in den dagelijkschen cirkelloop van die groote sfeer, welke als een kristal-blaauwe holle bol met lichtende, flikkerende sterren bezaaid, om onze Aarde geregeld hare omwenteling maakt. Het was hem niet onbekend gebleven, dat Zon, Maan en Planeten, ofschoon in die dagelijksche beweging deelende, ieder afzonderlijk hare baan, in tegenovergestelde rigting, in verschillende tijdperken afleggen en op verschillende afstanden tot de Aarde. Het denkbeeld van sferen van verschillende grootte, die allen eene gemeenschappelijke beweging van oost naar west bezitten en waarvan de meesten eene beweging van het bijbehoorend hemelligchaam in tegenovergestelde rigting gedoogen, was te natuurlijk, dan dat het niet zoude omhelsd worden. Verscheidenheid en toch regelmaat, onafhankelijkheid en toch orde, tegengestelde bewegingen en toch vaste wetten, is dit niet de zigtbare uitdrukking van de harmonie? Is het te verwonderen, dat PYTHAGORAS voorbarig de afstandsverhoudingen gelijk stelde aan de verhouding van de lengte der snaren van harmonische toonen? Moeten wij hem een verwijt er van maken, dat hij tot het denkbeeld kwam en dit met overtuiging uitsprak, dat door die regelmatige beweging der sferen eene muziek werd voortgebragt, niet hoorbaar voor het menschelijk oor, maar daarom toch niet minder werkelijk bestaande en harmonieus als het schoonste geluid? Al is hier waarheid en onwaarheid dooreen gemengd, wij moeten ons wel wachten,

zijne denkbeelden te veroordeelen, in aanmerking nemende, welke vruchtbare kiemen zij voor de wetenschap bevatten. En als de Grieksche wijsgeer de stoute bewering durft uitspreken, dat het wezen van alle zijn het getal is, kan de onkundige over het mystieke van dit gezegde lagchen en spotten: hij daarentegen, die weet, dat het onderzoek der gansche nieuwere wetenschap op meten en tellen is gerigt en dat de meeste qualitatief verschillende eigenschappen tot een onderscheid in getallenwaarde zijn teruggebragt, moet met verwondering en eerbied zijn blik rigten op een man, die, in de kindsheid der w
der intuitie bezat, dat hij eene der meest omvattende waarheden, zonder proef en ervaring, kon uitspreken. Zijne wereldbeschouwing kwam neder op hetgeen in het boek der wijsheid geschreven staat: « God heeft alles naar maat, gewigt en getal geordend ».

Dr. Hülsmann wenschte in zijne voordragt duidelijk te maken, welke verdere ontwikkeling het de
de « harmonie der sferen » in den loop der eeuwen heeft gehad. Langs den weg der geschiedenis zou spreker ons begrijpelijk maken, hoe een greintje waarheid, eenmaal door 's menschen geest ontdekt, ofschoon in een mystiek gewaad gehuld en onkenbaar voor den oppervlakkigen leek, niet meer verloren gaat, maar gelijk een kristalatoom, dat zich in eene troebele vloeistof bevindt, niettegenstaande de verontreinigingen zijne onweêrstaanbare aantrekkingskracht op de gelijksoortige deeltjes uitoefent, en langzamerhand groeit tot een kristalvormig geheel, schoon, doorzigtig en helder.

Om ons die voorstelling te geven was het noodig het beperkt standpunt van aardbewoners voor eene wijle te verlaten en een uitstapje te doen van den Aardbol naar de overige planeten, naar de Zon, het centraalvuur dat

ons licht en warmte schenkt, en van daar naar de oneindige cosmische ruimte, waar tal van zonnen den blik verblinden en gloeijende nevelmassa's de geschiedenis van onze «Heimath» vertellen. De wonderen des Hemels, naar de openbaringen van de nieuwere wetenschap, zouden voor ons opengelegd worden.

In PYTHAGORAS woonde het idee van de harmonie der sferen nog slechts als eene losse gedachte. Alvorens die gedachte kon worden opgebouwd tot een uitgewerkt stelsel, moest eerst aan andere problema's oplossing gegeven worden. De school van PLATO zou eerst de wiskunde, waarvan PYTHAGORAS de grondslagen had gelegd, uitbreiden. EUCLIDES van Alexandrië moest opstaan om, nu 2000 jaren geleden (300 j. v. C.), de wetgever te worden voor de elementaire wiskunde; de berekening der getallenwaarde van hoeken en regte lijn behoorde met de meetkunde gelijken tred te houden als hulpmiddel voor de astronomische berekeningen; de bewegingen der hemelligchamen moesten met naauwgezetheid en onder gebruik van geschikte werktuigen worden gadegeslagen, vóór de bouwmeester van den hemel, zoo als CLAUDIUS PTOLEMAEUS genoemd wordt, kon verrijzen.

Deze beroemdste der astronomen van de oudheid, geboren te Pelusium in Egypte, leefde omstreeks 125 j. v. Chr. te Alexandrië. Hij verzamelde de sterrekundige waarnemingen, tot op zijn tijd gedaan, en vergeleek ze met hetgeen hij zelf had opgemerkt en de bevindingen, die hem het resultaat van wetenschappelijk onderzoek bleken te zijn, vereenigde hij tot een stelsel, naar hem het Ptolemaeische genoemd, dat ons, op grond van de waargenomen feiten en de noodige wiskundige leerstellingen, in zijn onsterflijk werk, den «Almagest», een leergebouw van den hemel in 13 boeken, wordt

uiteengezet. Zijne heerschappij op astronomisch gebied, ofschoon niet van zoo langen duur als die van EUCLIDES in de wiskunde, en ofschoon niet zoo onbeperkt en algeerkend — ALPHONSUS X van Castilie (1252) moet, toen hem de inrigting van 't Heelal volgens de denkbeelden van PTOLEMAEUS werd onderwezen, uitgeroepen hebben: «Ik zoude alles eenvoudiger ingerigt hebben, als ik de Schepper van 't Heelal ware geweest» — zijne heerschappij strekte zich toch uit door de geheele tijdsruimte van de middeneeuwen tot in 't begin van de XVI^e eeuw, toen de kanunnik van Frauenburg, COPERNICUS, hem den scepter ontrukte.

Vier zaken waren te verklaren, welke de waarnemingen aan den hemel tot wetenschappelijke feiten hadden verheven: 1°. de dagelijksche beweging van alle hemelligchamen in de rigting van het oosten naar het westen; 2°. de beweging van de planeten Mercurius, Venus, Mars, Jupiter, Saturnus, waarbij men nog de Maan en de Zon voegde en de eerste tusschen Aarde en Mercurius, de tweede tusschen Venus en Mars plaatste, eene beweging, die in verschillende tijdsruimten en in eene rigting tegengesteld aan die der dagelijksche beweging van 't westen naar 't oosten plaats grijpt; 3°. dat die beweging bij alle planeten, behalve bij Maan en Zon, somwijlen in de tegenovergestelde wordt veranderd en zoodoende onregelmatigheden in snelheid en rigting zich voordoen, ongelijkheden genaamd; 4°. dat de afstand der Planeten tot de Aarde, Maan en Zon uitgezonderd, aan groote veranderingen onderhevig is, zoodat de middellijnen harer zigtbare schijven in zekere tijdsruimte heen en weder slingeren tusschen eene grootste en eene kleinste waarde.

Van deze verschijnselen geeft het stelsel van PTOLEMAEUS eene voldoende wiskundige verklaring. *Les vertus de son*

système sont aussi ses défauts. De wiskunde was het levenselement van dien tijd; construeren en berekenen, de eigenschappen van figuren opsporen en hare verhoudingen vinden, waren het hoogste doelwit van scherpzinnige geesten. Het bloeitijdperk der Grieksche meetkunde was ingetreden en alle vernuft in den dienst der aanschouwelijke wetenschap gesteld. Aan den eisch van dien tijd was genoegzaam voldaan, als het PTOLEMAEUS gelukte, den hemel wiskundig te construëren. Inderdaad is hij daarin op onovertreffelijke wijze geslaagd. Moesten wij met onze betere hulpmiddelen, met onzen schat van wiskundige en mechanische waarheden, met onze verbeterde waarnemingsmethoden het vraagstuk in denzelfden geest als hij oplossen, zijn systeem zoude ook voor ons een bijna exacte wiskundige verklaring der verschijnselen zijn.

In het midden van het Heelal bevindt zich de Aarde in rust. Om haar bewegen zich Maan en Zon over eene cirkelvormige excentrische baan in de rigting van het westen naar het oosten, de eerste in den tijd van $29\frac{1}{2}$ dag, de tweede in een jaar; beiden hebben uitsluitend eene voortgaande beweging. De beweging der andere planeten is niet zoo eenvoudig. Denken wij ons een wiel, dat om zijne as wentelt. Aan de velling bevindt zich de kop van een spijker, die in de rondte wordt medegevoerd. De as van het wiel wordt tevens over een cirkel bewogen, waarvan het vlak met het vlak van omwenteling zamenvalt. Het hoofd van den spijker bezit nu eene dubbele omwenteling: vooreerst om de as van het wiel, ten tweede met de as om het middenpunt van den tweeden cirkel. Zijne baan in de ruimte zal geen cirkel meer zijn, maar eene slangvormige lijn, die zich gelijk een gordel om het middenpunt van den tweeden cirkel heen slingert. De vaste cirkel, waarover de as van het wiel

loopt, heet beschrijvende cirkel, het wiel verkrijgt den naam van epicyclus of bijcirkel. Vervangt het hoofd van den spijker door eene planeet en laat deze zich op een epicyclus bewegen, waarvan het middelpunt over den omtrek van een anderen cirkel rondgedragen wordt, die de Aarde tot centrum heeft, en gij hebt de epicyclische planetenbeweging, die PTOLEMAEUS met zooveel scherpzinnigheid in overeenstemming met de verschijnselen wist te brengen.

Iedere planeet heeft hare bijzondere sfeer, d. w. z., bevindt zich op een bepaalden afstand van de Aarde verwijderd. Over de grootte van de stralen dier sferen blijven wij in 't onzekere. Alleen de volgorde wordt vermeld te zijn: Maan, Mercurius, Venus, Zon, Mars, Jupiter, Saturnus. De uiterste sfeer, die het Heelal begrenst, is die der vaste sterren, een regelmatige bol, de sfeer der kalmte en rust, waar alles een onveranderlijk aanzien vertoont.

Alle sferen nu zijn onophoudelijk aan de dagelijksche beweging van 't oosten naar het westen onderworpen, om dezelfde as en met dezelfde hoeksnelheid, tengevolge waarvan met het oog op de Zon, de lichtgevende ster, de wisseling van dag en nacht ontstaat, en de sterren evenwijdige cirkelbanen afleggen, wier middenpunten in de gemeenschappelijke wereldas liggen. De oorzaak dezer beweging werd gezocht in eene kracht, buiten de sfeer der vaste sterren zich bevindende, die men *primum mobile* noemde, terwijl aan de planeten eene soort van ziel werd toegeschreven, die ze in tegenovergestelde rigting ronddreef.

Zietdaar het kunstmatig gebouw van PTOLEMAEUS. Volgens dit systeem kunnen alle bewegingsverschijnselen met naauwkeurigheid berekend worden, kleinere stoornissen uitgezonderd. Zons- en Maansverduisteringen, de standen van Planeten ten opzigte van elkander en van de Zon

zijn voor den astronoom uit de school van PTOLEMAEUS slechts eenvoudige rekenvraagstukken, welker oplossing geen moeijelijkheid baart. De harmonie der sferen van PYTHAGORAS heeft door PTOLEMAEUS eene wiskundige gedaante verkregen.

Meer dan duizend jaren sluimerden de wetenschappen in Europa. De Arabieren aanvaardden de erfenis der Grieken, zonder haar evenwel belangrijk te verrijken; het stelsel van PTOLEMAEUS bleef in hoofdzaak behouden; slechts kleine wijzigingen werden er in gebragt ter wille van verbeterde waarnemingen. Men voegde bij den eersten epicyclus nog een tweeden, zoo noodig nog meerdere, en verkreeg het ingewikkeld stelsel, dat Koning ALPHONSUS den bekenden uitroep ontlokte.

Eerst met het begin der zestiende eeuw kwam de dageraad van een nieuw tijdperk der astronomische ontwikkeling. COPERNICUS, geb. te Thorn aan den Weichsel in Pruissen, later kanunnik te Frauenburg, een schrander wiskunstenaar en groot denker, kon geen behagen scheppen in de ingewikkelde epicyclen-constructiën van het heerschende systeem. In de geschriften van den Griekschen astronoom ARISTARCHOS, den landgenoot van PYTHAGORAS, van hetzelfde eiland Samos afkomstig, vond hij reeds de gedachte uitgesproken, dat de Aarde om de Zon zich beweegt en om hare eigen as wentelt. Die zaadkorrel viel bij hem in vruchtbaren grond. Zijn helder vernuft verwerkte dit idee tot in de uiterste consequentiën met het oog op de andere planeten en spoedig begreep hij, dat alle verschijnselen aan den hemel veel eenvoudiger en beter kunnen verklaard worden, door de Aarde met de overige Planeten om de Zon zich te laten bewegen en tevens om hare as te doen wentelen. Koen en vermetel — want aan eigenlijke bewijzen voor zijn beweren viel

nog niet te denken — rukte hij de Aarde uit het middenpunt van het Heelal en gaf haar de bescheiden plaats van eene planeet, die met de overige den cirkelloop rondom de Zon voltooit. De Zon, het centraalvuur, wordt tot heerscheres verheven en op den troon geplaatst, dien de Aarde moet verlaten. Om haar bewegen zich in cirkelvormige hanen, toch zoo, dat de Zon zich niet juist in 't centrum bevindt, eerst Mercurius en de schoone Venus, dan de Aarde, die door haar trawant, de Maan, vergezeld wordt; verder de gloeijende Mars, de heerlijke Jupiter en de bleeke Saturnus. Voegt daarbij nog de aswenteling der Aarde in den tijd van 24 uren, en zonder *primum mobile* en epicyclen vindt zoowel de schijnbare dagelijksche beweging van Zon, Maan en sterren als al wat men over de plaatsverandering van Maan, Zon en planeten opmerkt tusschen de vaste sterren heen, eene eenvoudige en natuurlijke verklaring.

Copernicus' beroemd geschrift, waarin hij zijn stelsel uiteenzette, getiteld *de revolutionibus orbium coelestium*, «over «de bewegingen der hemelligchamen», dat hij lang geheim voor zich behield en eerst laat op aandrang van zijn vrienden in druk gaf, zag het licht een dag vóór zijn heldere geest het aardsche vaarwel zeide. Eene algeheele revolutie in de astronomische denkbeelden werd door dit geschrift te weeg gebragt. Het waren echter meer de eenvoud en de helderheid van zijn systeem dan de deugdelijkheid der bewijsgronden, waardoor het den bijval der beschaafden verwierf en de corypheën der wetenschap onder zijne voorstanders telde. De harmonie der sferen was teruggebragt tot de harmonische regelmatige beweging der planeten om het centraalligchaam.

Ofschoon bij Ptolemaeus en Copernicus eene directe inwerking van de denkbeelden der Pythagoraeërs op

hunne zienswijze niet kan aangetoond worden, mag toch evenmin ondersteld worden, dat zij geheel buiten den invloed van de beroemde philosophische school der oudheid zijn gebleven. Bij KEPPLER daarentegen, den grooteren opvolger van den grooten COPERNICUS, treedt het mystieke dat ook de Pythagoraeërs kenmerkt, op den voorgrond en kenschetst hem als een echten volgeling van PYTHAGORAS, in een nieuwer tijdperk verplaatst.

KEPPLER was een man, begaafd met eene levendige rijke fantaisie en een helder verstand. Reeds in zijne jeugd voelde hij zich getrokken door de philosophische denkbeelden der Pythagoraeërs en der volgelingen van PLATO. IJverig bestudeerde hij hunne geschriften, ontleende daaraan den hoogeren zin voor het ideale en werd vooral vervuld van de Pythagoraeïsche gedachte, de harmonie der sferen, die het lichtpunt werd van zijn leven, de schitterende ster, welke hem in de golven des levens het doelwit wees voor zijn vaartuig, de drijfveer voor zijn rusteloos streven en van zijn onverpoosden arbeid, die hem alle hinderpalen van geestelijken en stoffelijken aard deed overwinnen.

Tot leeraar in de wiskunde aan het gymnasium te Grätz benoemd was zijn eerste streven de door PYTHAGORAS meer bevroedde dan bewezen sferen-harmonie aan de wereld te openbaren. Zijne beide voorgangers hadden de eenvoudige arithmetische verhoudingen tusschen de afstanden der planeten tot het centrum harer beweging nog niet kunnen vinden. PTOLEMAEUS had daartoe zelfs geen poging gedaan en COPERNICUS had de verhouding van de afstanden wel in getallen berekend, maar zonder de eenvoudige wet te vinden, die onmisbaar is om het gevoel van harmonie in den menschelijken geest te wekken. Na eerst vruchteloos eene arithmetische oplossing voor het

vraagstuk gezocht te hebben, begon KEPPLER het reuzenwerk op nieuw en nu langs geometrischen weg. In 1596 legde hij de resultaten van zijne navorschingen neêr in zijn beroemd geschrift «Mysterium cosmographicum» («Geheim van den wereldbouw»), waardoor de aandacht van de geleerde wereld, o. a. ook van den vader der nieuwere astronomische waarnemingskunst, TYCHO DE BRAHÉ, op den jeugdigen mathematicus te Grätz gevestigd werd.

Denken wij ons door de baan van Mercurius een bol gelegd en om dezen een regelmatig door acht gelijkzijdige driehoeken begrensd ligchaam, octaëder, beschreven, dan zullen de hoekpunten vallen in de boloppervlakte, die de Venusbaan omvat. Beschrijven wij vervolgens om het boloppervlak, dat door de baan van Venus is gelegd, een regelmatig door twintig gelijkzijdige driehoeken begrensd ligchaam of ikosaëder, dan zullen de hoekpunten daarvan raken aan het boloppervlak, dat de baan van de Aarde doorloopt. Aldus voortgaande construeerde KEPPLER met behulp van een twaalf-, een vier- en een zesvlak de banen van Mars, Jupiter en Saturnus. Het bleek hem echter spoedig, dat deze even ingenieus gedachte als eenvoudige constructiën nog niet met de werkelijke afstanden overeenkwamen, dat er nog een klein verschil bestond en dat hij langs dezen weg het geheim van den wereldbouw dus nog niet had ontdekt. Hij versaagde echter niet, maar begon de vesting aan eene andere zijde aan te tasten. Uitgaande van de waarnemingen, welke TYCHO DE BRAHÉ met eene naauwkeurigheid, vóór dien tijd ongekend, gedurende meer dan twintig jaren had gedaan en die hij als erfenis na den dood van zijn leidsman had aanvaard, trachtte KEPPLER nu de baan der planeten wiskundig te construeren en de wet harer snelheden te vinden. Meer dan negen jaren bragt hij

door met ijzingwekkende berekeningen. Aan het einde daarvan wachtte hem de schitterende zegepraal, van een bres te hebben geschoten in de sterke vesting van het hemelsgeheim door de ontdekking van zijne twee wetten over den vorm der planetenbanen en de snelheid, waarmede zij zich bewegen. Gelauwerd kwam hij uit den strijd en menig tijdgenoot benijdde hem zijn triumf.

In 1609 gaf KEPPLER het werk in 't licht « *Nova Astronomia: de motibus stellae Martis* », waarin hij der wereld verkondigde, op grond van TYCHO's waarnemingen en zijne eigen berekeningen, die bij de openbaarmaking mede verschenen, dat de planetenbanen geene cirkels zijn, maar dat deze dwaalsterren zich bewegen over langwerpige lijnen, ellipsen genaamd; dat de Zon niet in het middenpunt, maar bezijden het midden in een der brandpunten haar plaats heeft. Dit was de eerste wet van KEPPLER. Hij toonde verder aan, dat die beweging der planeten niet gelijkmatig, niet steeds met dezelfde snelheid geschiedt; dat in die snelheid veranderingen voorkomen van eene grootste tot eene kleinste waarde, waarbij altijd eene vaste wet valt op te merken, volgens welke de perken, door de voerstralen (van de Zon naar de de planeet getrokken) in gelijke tijden doorloopen, aan elkander gelijk zijn. Door deze grootsche ontdekking werd de bodem ingeslagen van het aloude vooroordeel, dat de cirkelvormige en gelijkmatige beweging, de meest volmaakte zijnde, als van natuur aan hemelligchamen moet worden toegekend.

Maar nog was zijn doel niet bereikt: de harmonie der wereld, d. i. de eenvoudige verhouding tusschen de afstanden van de planeten tot de Zon was nog niet ontdekt. Diep overtuigd, dat eene eenvoudige wet aan de hemelligchamen hun plaats in het Heelal had aangewezen, dat een eenvoudig verband moest bestaan tusschen die zwe-

vende deelen, toog KEPPLER weêr met stalen vlijt aan het werk en arbeidde nogmaals tien volle jaren aan het gebouw van de harmonie der sferen, niettegenstaande hij ondertusschen, daar zijn tractement door Keizer RUDOLF en diens opvolger MATTHIAS niet uitbetaald werd, met groote moeijelijkheden en soms drukkende armoede te worstelen had.

Eindelijk mogt hij met ARCHIMEDES uitroepen «εὕδηκα» («ik heb het gevonden!»). De derde wet van KEPPLER met de bewijzen waarop zij steunt, werd in 1614 in 't licht gegeven onder den titel *Harmonia mundi:* «Harmonie der wereld». Deze derde wet luidt:

«De vierkanten van de omloopstijden der planeten zijn direct evenredig aan de derde magten van de gemiddelde afstanden tot de Zon.»

Ook de niet-wiskundige ziet in deze stelling het eenvoudig verband tusschen de afstanden der planeten tot de Zon en hare omloopstijden, waardoor het mogelijk wordt de verhouding dier afstanden onmiddellijk te berekenen, indien de omloopstijden, gelijk werkelijk het geval is, bekend zijn.

KEPPLER's taak was volbragt. Hij had de eenvoudige arithmetische verhouding tusschen de sferen — het essentiële van PYTHAGORAS' harmonie — uit de verborgen diepte aan het licht gebragt. Hij stelde zich voor een waarnemer op de Zon geplaatst — want de Aarde was ook voor hem niet meer het rustend middenpunt in het Heelal — een waarnemer met ruimen blik en helder, ver ziend verstand, die de planeten in hare bewegingen gadeslaat; deze erkent onmiddellijk bij intuitie de eenvoudige wet, volgens welke der planeten bewegingen en afstanden geregeld zijn; hij wordt bij den aanblik aangedaan door een gevoel van voldoening en bevrediging, dat den mensch ten deele valt bij het hooren eener harmonieuse muziek.

KEPPLER ging, na aan zijne roeping voldaan te hebben, door armoede en honger geteisterd, ten grave (15 Nov. 1630). De leer van de harmonie had in hem al hare kracht ten toon gespreid; ook zij kon met hem ten grave dalen, daar verdere uitkomsten voor de wetenschap van haar niet meer te verwachten waren. Zij trad dan ook werkelijk af van het wetenschappelijk tooneel, om den lauwerkrans, door haar verworven, in handen te geven van hare evenknie, hare zuster, de mechanica van den hemel, die na haar niet minder luisterrijk zich verhief.

De vertegenwoordiger van de mechanische rigting was een der grootste geniën, de onsterfelijke Engelschman NEWTON, de ongeëvenaarde vorscher op het gebied der wiskunde, mechanica en astronomie. De uitkomsten van KEPPLER's langdurig onderzoek waren voor hem slechts grondslagen, waarop verder moest worden voortgebouwd. De eenvoudige verhoudingen achtte hij op zich zelf nog geen oorzaak

« keine Kraft, die die Welt
im Innersten zusammen hält »;

maar in de eenvoudigste wet zag hij het gevolg, het uitvloeisel eener kracht, die haar voortbrengt en die welligt uit de wet kan gevonden worden. Wij bemerken aanstonds, dat wij ons op mechanisch terrein bevinden. De wet is slechts een algemeen afgetrokken verschijnsel, dat uit eene oorzaak voortkomt. Welke nu is die oorzaak, waar zetelt de kracht, die de planeten om de Zon drijft, onophoudelijk volgens dezelfde onveranderlijke wet? En eene tweede vraag: aan welke regels is deze kracht weder onderworpen? Zietdaar vragen, aan welker oplossing slechts een NEWTON durfde denken.

Uit de tweede wet van KEPPLER leidde NEWTON gevolgtrekkingen af, waaruit met overtuigende zekerheid

bleek, dat alle planeten door eene kracht worden getrokken naar het centraal-ligchaam, de Zon, die dus de zetel is eener aantrekkende centraal-kracht. Maar is deze kracht voor Mercurius, Venus, de Aarde en alle overige planeten van gelijke intensiteit? Ondervindt Saturnus, die ongeveer tien maal verder van de Zon staat dan de Aarde, dezelfde inwerking van de Zon als onze planeet? Uit de derde wet van KEPPLER leidde NEWTON door wiskundige redenering af, dat de aantrekkende kracht afneemt in reden met de vierkanten van de afstanden.

Wat is natuurlijker dan dat NEWTON zich nu ook bezig hield met het vraagstuk, of die aantrekking alleen eene eigenschap is van de Zon, of in 't algemeen van de stof. Het alledaagsch verschijnsel, dat ligchamen, niet ondersteund, op den grond vallen, wijst ook op eene aantrekking, die hier van de Aarde uitgaat. Zou de kracht, welke den steen en den appel doet vallen, de lawine doet storten en het water naar lagere punten drijft, misschien van denzelfden aard zijne als de kracht, die een onzigtbaren band legt tusschen Zon en planeten? NEWTON bevroedde het, toen hij zijne gevolgtrekkingen aan den hemel met aardsche gebeurtenissen combineerde. De groote man wenschte echter nog meer zekerheid en maakte zijne ontdekking eerst openbaar, toen zij gestaafd was door andere feiten, aan de Maan waargenomen. Toen ook deze planeet bleek onder den invloed van de aantrekkende kracht der Aarde te staan, was alle twijfel bij NEWTON opgeheven omtrent de geldigheid van de eigenschap der aantrekking voor alle stof. Alle materie, van welken aard ook, oefent aantrekkingskracht uit evenredig met de massa en omgekeerd evenredig met de vierkanten der afstanden. De algemeene gravitatie werd, sedert NEWTON zijn beroemd werk *Principia philosophiae*

naturalis mathematica in 't licht had gegeven (1685), een onbetwistbaar wetenschappelijk feit.

Daarin herkent men den hoogeren oorsprong van den menschelijken geest, dat hij nimmer rust en stilstaat bij hetgeen eenmaal verworven is. Niet het bezit van eene waarheid, maar het zoeken van nieuwe waarheden; niet kalm genieten, maar inspanning van kracht, ten einde nieuwe ontdekkingstogten te ondernemen, verschaft den mensch, zoo al niet bevrediging, dan toch een hooger gevoel van eigenwaarde en het bewustzijn van aan zijne roeping te voldoen.

De gravitatie-leer van NEWTON was slechts het punt van uitgang voor de beantwoording van de vraag naar de *wording* van het zonnenstelsel, waarin door de zwaartekracht alles aan vaste banden is gelegd. Deze vraag naar de wording is niet van nieuwere dagteekening. Zoolang de geschiedenis heugt hebben de volken over de genesis, over de wording van de zigtbare wereld gedacht, getuigen de kosmogoniën, die de kinderlijke fantaisie van het nog jeugdig menschengeslacht, op elke plek der Aarde, in eigenaardigen vorm en overeenkomstig den oorspronkelijken aanleg en de invloeden van klimaat en omgeving, in talrijke variatiën op hetzelfde thema voortbragt; getuigen ook de speculatiën van de philosophische denkers bij alle ontwikkelde natiën. Maar al die beschouwingen en hypothesen misten een vaste basis en eerst na NEWTON mogt het probleem van het menschdom zijne oplossing te gemoet gaan. Men wist tegen het midden der vorige eeuw, dat alle planeten zonder uitzondering in dezelfde rigting hare revolutiën om de Zon voltooijen; dat de vlakken harer banen slechts met zeer kleine hoeken tot elkander hellen, zoodat zij weinig van een gemeenschappelijk vlak van beweging afwijken, des te minder

naar gelang de massa der planeet grooter is; dat, zoowel het centraalligchaam als de planeten eene rotatie om de as bezitten, allen in dezelfde rigting tegengesteld aan die van een wijzer van een uurwerk voor een waarnemer, aan de Noordpool van den hemel geplaatst, en overeenkomstig de beweging der revolutie; dat de manen, welke als satelliten de planeten vergezellen, niet afwijken van het gemeenschappelijk motorisch concert, noch in voortgaande noch in wentelende beweging. En toch moest een divinatorisch genie, als KANT, geboren worden, om met deze kennis toegerust eene wetenschappelijke kosmogonie uit te werken, die, haar tijd ver vooruit, later door de nieuwere ontdekkingen der wetenschap zelfs nog in de laatste jaren gesteund en bevestigd werd. Het geschrift, waarin de 31-jarige KANT zijne theorie over de wording van ons zonnenstelsel voordroeg, draagt den titel «*Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*» en verscheen in 1755.

Later is, onafhankelijk van KANT, diezelfde theorie in den geest van den niet minder beroemden LAPLACE, den scherpzinnigen schepper der *Mécanique céleste*, herboren geworden. Waar twee zulke mannen uitgaande van verschillende standpunten — de een philosoof, de andere wiskunstenaar — en tot dezelfde resultaten leidende, ons als gidsen voorgaan, mogen wij de verwachting koesteren, dat zij ons niet in de doolhoven van ijdele speculatiën zullen voeren. Spreker zette ons hier in 't kort de hypothese van KANT en LAPLACE uiteen. 1°. De plaats in de ruimte, waar thans ons zonnenstelsel zich bevindt, werd vroeger ingenomen door eene gloeijende nevelmassa, een bal van alle mogelijke stofdeeltjes, door elkander gemengd en in hooge temperatuur zich bevindende. Door de aantrekking der deeltjes onderling ontstond beweging, die moest overgaan in eene rotatie van de

geheele massa om eene as. 2°. In een ligchaam, dat om zijne as wentelt, wordt eene zoogenaamde middelpuntvliedende kracht geboren, die de deeltjes van het centrum wegdrijft. Aldus werd de roterende gasbal afgeplat en uiteengerekt, zoodat eindelijk bij toenemende snelheid een gedeelte der uiterste massa van het geheel werd losgerukt en zelfstandig de beweging om het centrum voortzette. 3°. Deze losgerukte massa had eene ringvormige gedaante en scheurde later, zoodat zij eene bolvormige gedaante moest aannemen. Aldus ontstond de eerste planeet, die volgens de bewegingsleer eene voortgaande en eene roterende beweging bezat. 4°. Door de aantrekkingskracht worden nu de deeltjes der hoofdmassa digter bijeen gebragt, zoodat deze tot een kleiner volumen inkrimpt. Tevens neemt de snelheid der rotatie toe en het eerste proces der afscheiding herhaalt zich periodiek, zoodat in onmetelijke tijdruimten de verschillende planeten ontstaan en eindelijk eene betrekkelijk geringe centraalmassa van zeer hooge temperatuur overblijft. 5°. De centrifugaalkracht kan ook bij de planeten, die om hare assen met groote snelheid wentelen, eene losscheuring te weeg brengen, zoodat de planeet den wachter uit zich doet ontstaan, wiens beweging, den oorsprong getrouw, in rigting met die van de planeet overeenkomt en die door de banden der aantrekkingskracht vastgeketend blijft. 6°. Soms kan het gebeuren, dat de afgescheiden massa in een toestand van een meer standvastig evenwigt overgaat, vóór er eene scheuring of splitsing plaats grijpt. De ring blijft dan behouden en roteert om eene centraalmassa, zooals de ontdekkingen van Chr. Huygens bij de planeet Saturnus werkelijk hebben bewezen. 7°. Alle massa's beginnen te bekoelen, doordat zij hare warmte in de koude kosmische ruimte

uitstralen; zij condenseren en gaan van den dampvormigen in den vloeibaren toestand over, de kleinere bollen het eerst en later de grootere. De bekoeling gaat aan de oppervlakte voort en zoo ontstaat een toestand, die eene vaste korst om eene gloeijende kern gedoogt: een voorbeeld daarvan is onze Aarde. 8°. Door de verscheidenheid der onderdeelen van het zonnenstelsel in grootte wordt de verscheidenheid in toestanden teweeg gebragt: van de gloeihitte, die onze Zon nog tot een centraalvuur maakt, tot de koude, die alles verstijft en doet stollen, gelijk bij onze Maan waarschijnlijk het geval is.

II.

Na aldus in enkele hoofdlijnen de gravitatie-leer en de hypothese van KANT en LAPLACE te hebben geschetst, was voor spreker nog de taak weggelegd, om aan te toonen, dat die theorie van de vorige eeuw nog strookt met de wetenschap, die in de laatste honderd jaren reuzenschreden voorwaarts deed. De heer HÜLSMANN had zich voorgesteld, deze laatste bewering in het tweede gedeelte zijner verhandeling te staven. Klaar en duidelijk, logisch en welsprekend volbragt de geleerde spreker de moeijelijke taak, om eenheid en harmonie te brengen in zijn betoog en zijne toehoorders een helderen blik te doen werpen op het onmetelijk veld zijner beschouwingen.

Onder de hulpmiddelen, die de astronomische wetenschap in onze eeuw reuzenschreden vooruit bragt, bekleedt eene eerste plaats de spectraal-analyse door middel van de spectroscoop. Tal van verrassingen werden door dat middel aan de bespieders van de kosmische ruimte bereid.

Niet slechts openbaarde het hun de processen, die in die ruimte plaats hebben, maar het leerde hun ook den aard van de stoffen, die in den Kosmos aanwezig zijn. Al die feiten, die het voortgezet onderzoek achtereenvolgens aan 't licht bragt, konden in overeenstemming gebragt worden met de theorie van KANT en LAPLACE; zij leerden hoe die hypothese, ofschoon hare grondleggers zich daarvan onbewust waren, steunt op de algemeene wet van de zwaartekracht. De vorige keer had spreker de ontdekking van NEWTON geschetst in verband met het planetenstelsel, waarvan de Zon het middenpunt en onze Aarde een deel uitmaken. De algemeene geldigheid van de werking der zwaartekracht op de geheele kosmische ruimte zou hij thans aantoonen. NEWTON had de bewijzen daarvoor nog niet geleverd, maar hij mogt het toch beleven, dat de waarneming van de beweging en van den aard der hemelligchamen zijne wet den toets van de ervaring glansrijk deed doorstaan.

Die waarnemingen naar de loopbaan der planeten bepaalden zich ten tijde van NEWTON en zijne onmiddellijke opvolgers tot de planeten de Zon, Mercurius en Venus aan de eene zijde van de Aarde, en de planeten Mars, Jupiter en Saturnus aan den anderen kant. Buiten Saturnus drong het vermogen van de telescoop nog niet door. Van daar, dat de berekeningen niet altijd overeenkwamen met de waarnemingen. Eerst in 1781 gelukte het aan HERSCHEL met zijn reuzentelescoop eene nieuwe planeet te ontdekken, verder dan Saturnus van de Zon verwijderd. Van deze planeet, *Uranus* genaamd, werd de baan berekend, maar de berekende baan kwam niet overeen met de ware. Wat was hiervan de reden? De een of andere storing, die de planeet op haar weg ondervond en die buiten de berekening viel? of bleek de wet van NEWTON

hier te falen? Men hield zich aan de eerste onderstelling en het vermoeden won langzamerhand veld, dat nog eene andere planeet in de sfeer van het zonnenstelsel ronddwaalde.

De groote astronoom LEVERRIER, die in het afgeloopen jaar aan de wetenschap ontviel, aanvaardde de ontzaggelijke taak om de vermoedelijke plaats van die nog onbekende planeet te berekenen. Uit de storingen van de overige planeten vond LEVERRIER al de elementen van het nog onbekende hemelligchaam en toen hij in Aug. 1846 het resultaat van zijne berekeningen bij de Fransche Academie indiende, ontdekte eene maand later de Duitsche astronoom GALLE den *Störenfried* nagenoeg op de plaats, door LEVERRIER aangewezen.

Door dit feit van de ontdekking van de planeet *Neptunus* (ook wel *Leverrier* genaamd) werd op nieuw en schitterender dan ooit de waarheid van NEWTON's wet bevestigd, ten minste binnen de perken van ons zonnenstelsel. De groote vraag blijft echter nog te beantwoorden over, of die wet ook van kracht is voor de oneindige ruimte, of dat zij hare werking slechts nitstrekt tot het kleine deel van den Kosmos, dat de Zon tot centraalpunt heeft. Voor HERSCHEL werd deze onzekerheid eene bron van nieuwe nasporingen. De «Columbus van de Sterrenwereld» rigtte zijn gewapend oog naar de oneindige ruimte. De dubbelsterren, digt bij elkaêr geplaatst zoodat het bloote oog ze naauwelijks van elkaêr kan onderscheiden, maar die door een kijker opgelost worden in dubbeltallen — werden door HERSCHEL waargenomen, met het resultaat dat het vermoeden, als zouden die dubbelsterren slechts optisch tot elkaêr behooren, plaats maakte voor de zekerheid van hare innige verwantschap. Hij toonde aan, dat die lichtende punten aan den hemel zonnen zijn, physisch

aan elkaêr gehecht, onafscheidelijk aan elkaêr verbonden, elk op zich zelf een stelsel vormende van twee, drie, vier, tot zelfs vijf en zes zonnen, die zeer ingewikkelde bewegingen hebben rondom een gemeenschappelijk zwaartepunt.

De wet van de gravitatie geldt dus ook in volle kracht voor de kosmische ruimte, voor de hemelligchamen buiten het eigenlijk planeten-stelsel gelegen. Immers als zonnen op elkaêr werken, dan moet die werking ook uitgeoefend worden door zonnenstelsels op zonnenstelsels.

Het middenpunt van die bewegingen van zonnen en zonnensystemen werd aanvankelijk gezocht in eene centraalzon, maar de ervaring leerde de onhoudbaarheid van die hypothese, die plaats maakte voor het gemeenschappelijk zwaartepunt, waarvan de plaats werd aangewezen in de *Pleijaden*, aan den hals van het sterrenbeeld *de Stier*.

De aantrekkingskracht van NEWTON was aldus tot de algemeene wet voor het Heelal verheven en een stevige grondslag gelegd voor de hypothese van KANT en LAPLACE. De vader van de harmonie der sferen, PYTHAGORAS, zou zich zeker de gelukkigste sterveling hebben geacht, wanneer dit denkbeeld voor zijn geest ware opgekomen.

Keeren wij nu nogmaals tot de theorie van KANT en LAPLACE terug, om te onderzoeken of er verband bestaat tusschen die harmonie in de kosmische ruimte en hunne vermoedens. Trachten wij aan die algemeene wet van den nieuweren tijd de gave van intuïtie dier beide geesten te toetsen.

De onderstelling van KANT en LAPLACE, dat alle planeten oorspronkelijk uit de Zon zijn voortgekomen, zou in vrij groote zekerheid zijn overgegaan als bewezen ware, dat er aardsche stoffen in het ligchaam van de Zon, en omgekeerd als er bestanddeelen in de Aarde werden

aangetroffen, die ook in de Zon voorkomen. En dat bewijs werd geleverd, dank zij de toepassing van een der schoonste vindingen onzer eeuw, de spectraalanalyse. Spreker beschreef in korte trekken de ontleding van het licht door middel van de spectroscoop, een instrument dat wij op deze plaats reeds meermalen bespraken en dus geen nadere omschrijving behoeft. Het is van algemeene bekendheid, hoe het witte licht, door een prisma gebroken wordende, in tallooze kleuren wordt ontleed, die op een scherm zich afteekenen in het kleuren-spectrum met zijne duizenden en millioenen schakeringen tusschen de voor het oog zigtbare kleuren: rood, oranje, geel, groen, blaauw, indigo en violet.

Evenzeer bekend zijn de twee soorten van spectra, naar gelang van den aard der lichtbron. Verkeert de stof, die het licht uitzendt, in gloeijend vasten of vloeibaren toestand, dan is het spectrum continu of onafgebroken; eene lichtbron in den gloeijenden dampvorm daarentegen vertoont in het spectrum (strepenspectrum) slechts een beperkt aantal lichtgolvingen met donkere tusschenruimten. Zoo wijst een spectrum, dat op een bepaalde plaats een geele streep vertoont, op eene bron van gloeijenden natriumdamp; eene roode streep is op eene bepaalde plaats het onloochenbaar bewijs van gloeijenden kaliumdamp, op eene andere plaats van ijzer; eene groene streep wijst op barium, enz. enz. Deze spectra zullen ongeschonden zijn, als het licht geene andere middenstof heeft doorloopen; doorklieft het licht echter op zijn weg eene middenstof, b. v. van gloeijenden natriumdamp, die zelf geele lichtgolven uitzendt, dan slorpt die damp het geele licht op en in het spectrum vertoonen zich op de plaats van het geel donkere of absorptie-strepen. In 't algemeen worden van eene lichtbron die lichtgolven door eene middenstof

opgeslorpt, welke deze zelf, in gloeijenden toestand verkeerende, zou uitzenden.

Wollaston, die het eerst het zonnespectrum onderzocht, vond een tal van donkere strepen over al de onderdeelen verspreid. De opticus Frauenhofer bepaalde de plaats van die strepen, maar eerst later werd de beteekenis van die strepen onderzocht en de kennis daarvan vruchtbaar gemaakt voor de wetenschap. Deze donkere strepen duiden aan, dat het licht van de Zon zekere stoffen moet doorklieven en daar een gedeelte achterlaat van de golvende beweging, d. w. z. van de zamenstellende kleuren; en de plaats van die strepen wijst op het bestaan van natrium, ijzer, barium, aluminium, magnesium en meer andere metalen in den gloeijenden dampvorm in het ligchaam van de Zon.

Reeds zou eene vergelijking met den toestand onzer Aarde, wier kern zich, volgens een hypothese die vele aanhangers telt, nog in gloeijenden toestand bevindt, waarvan de reactie zich openbaart in de vulkanische verschijnselen; reeds zou het vulkanisch voorkomen op de Maan een gelijken oorsprong wijzen; maar die verschijnselen, welke ook aan andere oorzaken worden toegeschreven, mogen niet als bewijzen gelden. Herschel wendde zich tot de Zon zelve en observeerde de zonnevlekken, die hem toeschenen als gaten en scheuren in den lichtkring, die eene donkere kern omgaf.

Ook andere geleerden verdwaalden en verdiepten zich in die theorie van eene donkere kern en leidden daaruit de verschijnselen af, die zich aan de zonneschijf voor het oog vertoonen. Onwederlegbaar staat het thans vast, dank zij het voortgezet onderzoek door middel van de spectroscoop, dat de binnenste kern van het zonneligchaam in gloeijend dampvormigen toestand verkeert, van eene

temperatuur zoo hoog, dat wij er ons hier op Aarde geen denkbeeld van kunnen vormen. Vaste stoffen, die hier onmogelijk in dampvorm te brengen zijn, verkeeren daar met de gloeijende massa in een ziedenden toestand. Die gloeijende kern is omgeven door eene sfeer van lagere temperatuur, waarin waterstof, ijzer en andere stoffen insgelijks in gloeijenden dampvorm verkeeren. De lagere temperatuur van die sfeer maakt, dat zij het witte licht, dat de kern uitzendt, gedeeltelijk opslorpt. Rondom deze kleuren- of chromo-sfeer sluit zich waarschijnlijk een tweede dampkring aan, de corona, die het zonneligchaam met een schitterende aureool omgeeft, welke bij zonsverduisteringen buitengewoon fraai is waar te nemen.

Omtrent den aard van de vlammende uitsteeksels aan dien glanzenden gordel, bestaat nog onzekerheid; maar allerwaarschijnlijkst zijn die protuberanzen massa's gloeijende waterstof, die een verdigtingsproces ondergaan hebben en uit de gloeijende kern naar den rand worden geslingerd. Dagelijks worden die fakkels van de Zon op 't ijverigst waargenomen door natuurkundigen in Engeland, Frankrijk, Duitschland en Italië, zoodat ongetwijfeld het voortgezet onderzoek binnen kort ook over deze verschijnselen volkomen helderheid zal verspreiden.

Behalve de protuberanzen vertoonen zich op de Zon vlekken, die met eene kleine donkere kern beginnen, van gedaante veranderen en na ongeveer 13 dagen weêr verdwijnen. Reeds Galileï keek zich blind op die vlekken. Thans weet men daarvan reeds zooveel, dat zij met de protuberanzen in verband staan. Zij leerden, hoe ook de Zon eene as-wenteling heeft van het oosten naar het westen en hoe in 't algemeen de aard van de beweging van de Zon en die van de Aarde overeenstemmen en op den zelfden oorsprong wijzen. Ziet hier dus wederom

eene bevestiging van het denkbeeld van KANT en LAPLACE.

Maar nu een blik geworpen buiten de Zon, naar die zonnenstelsels, in de kosmische ruimte verspreid, die zich aan het ongewapend oog voordoen als nevels, onbestemde lichtende vlekken aan het Heelal, te midden waarvan de vaste sterren met schitterender gloed stralen. WILLIAM HERSCHEL bragt het zoover, dat hij sommigen van die nevels in sterrenhoopen oploste; maar de telescoop vermogt die ligchamen niet nader te leeren kennen. Dat was voorbehouden aan de spectroscoop. Het licht van de nevels, door dat instrument geleid, vormde een strepenspectrum, een bewijs dat de sterren of zonnen, die de nevelvlek vormen, in gloeijenden gasvorm verkeeren. Die gloeijende kosmische gasbollen doen dus weêr denken aan den ur-bol van KANT.

Alleen de spectra van vaste sterren zijn opslorpingsspectra, donkere strepen of banden vertoonende, die nogtans op andere stoffen dan die van de Zon wijzen, daar zij in het spectrum op andere plaatsen liggen. Wij hebben dus bij de vaste sterren te doen met eene gloeijende kern, omgeven door een opslorpenden damkring. De aardsche stoffen vindt men gedeeltelijk op die sterren terug. Zoo treft men er kwikzilver, bismuth en antimonium aan, waarvan tot heden in de Zon geen spoor werd ontdekt.

De verschillen in de spectra van vaste sterren, die de spreker in een tabel liet zien, hebben geleid tot hare indeeling in vier typen. Tot de 1e type behooren de sterren, wier licht een spectrum werpt van niet vele en niet zeer breede strepen. *Sirius* en in 't algemeen de zg. witte sterren behooren tot deze type. Dan volgt de 2e type: het zonnespectrum b. v., waarvan het aantal breede strepen reeds grooter is. De groep van de geele sterren

behoort tot haar. Bij die sterren is de opslorping intensiver en de dampkring, die de gloeijende kern omgeeft, heeft daardoor meerdere digtheid verkregen.

Bij de derde type heeft het ontwikkelings-proces weêr eene schrede verder gedaan en wordt nog eene grootere afkoeling van den dampkring opgemerkt. Eindelijk wijst de vierde type op sterren van zeer geringen glans, wier spectra zeer breede banden vertoonen, welke haast niet meer in strepen zijn op te lossen.

Spreker wees hier op de plotselinge veranderingen in sterren, o. a. waargenomen in Mei 1866, toen het verschijnsel aan den trans werd ontdekt, dat eene ster van de 9e grootte in korten tijd in eene ster van de 2e grootte was overgegaan. Na korten tijd was de glans weêr zoo zeer verminderd, dat de ster de vroegere gedaante weêr had aangenomen. Dit verschijnsel is alleen verklaarbaar, als men aanneemt het plotseling ontvlammen van kolossale massa's waterstof in den dampkring van de ster. Insgelijks werd ook waargenomen, dat sterren plotseling verdwenen. Het vermoeden is dus wel gewettigd, dat aan dergelijke hevige storingen en bouleversementen ook de Zon van ons planetenstelsel is blootgesteld; dat vermoeden wordt zekerheid, als men denkt aan de onomstootelijke wet van het behoud van arbeidsvermogen. De processen in de Zon, die op een kolossalen arbeid in dat ligchaam wijzen, worden omgezet in warmte en licht, waarvan dagelijks eene enorme hoeveelheid naar alle rigtingen in het Heelal wordt uitgezonden. Wel wordt dit verlies gecompenseerd door op de Zon vallende meteoren, maar wat de Zon ontvangt weegt niet op tegen het verlies. Misschien eerst na millioenen jaren, maar eenmaal zeker, zal de Zon het evenwigt in het planetenstelsel verbreken. Daartoe werken ook nog andere omstandigheden mede. Spreker beschreef

ons de donkere zonnen in de ruimte, waaromheen zich de vaste sterren bewegen. De groote astronoom BESSEL heeft zich op het gebied van die donkere zonnen zeer ijverig bezig gehouden. Hij nam *Sirius* waar en beschreef de donkere zon, waaromheen deze ster zich beweegt. Werkelijk werd in 1856 de aanwezigheid van *Sirius'* medegezellin geconstateerd en in 1862 werd zij op de sterrewacht te Cambridge het eerst gezien. Voegt men nu hierbij den wrijvenden invloed van de aether of van welke stof dan ook, die de ruimte vervult (immers zonder die stof is de beweging van het licht niet denkbaar), dan wordt het duidelijk, dat de kracht, die de planeten doet voortijlen in de ruimte, door die storende invloeden allengs afneemt en langzamerhand de aantrekkingskracht van de Zon de overhand krijgt.

Zoo heeft men reeds ontdekt, dat de baan van de komeet *Enke* meer en meer tot de Zon nadert en haar omloopstijd dus korter is geworden.

Geheel onwillekeurig had de heer HÜLSMANN hier eene disharmonie gemengd in de harmonie, waarvan hij was uitgegaan. De gedachte, dat de Aarde eenmaal zal zamensmelten met de Zon, is waarlijk niet bemoedigend. Waartoe ons dan zoo ingespannen om naar meerdere morele en intellectuele volmaking te streven? Al dat aardsche volmaakte is immers gedoemd om eenmaal vernietigd te worden.

En toch is die disharmonie slechts schijnbaar. Immers, waar op materieel gebied de wet van het behoud van arbeidsvermogen geldt, waarom zou die kracht ook niet toepasselijk zijn op intellectueel terrein? De eene waarheid legt de kiem voor de ander en zoo zal ook de cultuurperiode, waarin wij thans leven, den grond leggen voor eene andere cultuurperiode, die na ons komt, en

waarvan wij noch de plaats noch den aard kunnen bevroeden.

Aan het slot van deze schoone verhandeling keerde spreker nog eens terug tot de groote mannen van Samos en van Praag, tot PYTHAGORAS en KEPPLER, die het idee van het ideale zoo zuiver en schitterend hadden verkondigd, dat zij steeds in eere zullen blijven als de weldoeners van de menschheid. Door hunne ontdekkingen werden zij beroemd, maar hunne grootheid zetelt nog meer in het feit, dat zij de banier van het ideale fier omhoog hielden.

II.

H. WITTE:

Over Bloemen en Insecten.

Het zal nu bijna eene eeuw geleden zijn, dat te Jena in Duitschland het eerste gezelschap werd opgerigt, waar vrienden van de natuur bijeenkwamen tot het aanhooren van voordragten of lezingen op het gebied der natuurlijke historie. Op een van die bijeenkomsten waren toevallig bijeen GOETHE en SCHILLER, die tot dusver elkander vermeden hadden, daar de een de rigting in de poëzie van den ander niet kon goedkeuren, terwijl de ander steeds weigerachtig was gebleven om den eersten stap tot toenadering te doen. Nog toevalliger was de zamenkomst van de beide groote geesten aan den uitgang van het vereenigingslokaal. SCHILLER liet zich in enkele woorden minder gunstig uit over dergelijke wetenschappelijke voordragten, waarvan hij den nuttigen invloed betwijfelde. GOETHE gaf daarop zijnerzijds te kennen, dat dergelijke fragmentarische wijze van de natuurwetenschap te behandelen ook zijne goedkeuring niet kon wegdragen.

Ook de heer WITTE meende dit gevoelen te moeten omhelzen. Sedert GOETHE en SCHILLER zich aldus uitlieten, zijn er, vooral in de laatste jaren, tal van vereenigingen

en genootschappen opgerigt, zich ten doel stellende door populaire voordragten natuurkundige kennis te verspreiden en den lust op te wekken tot onderzoek op het uitgestrekt gebied van het Rijk der Natuur. Ofschoon aan spreker het nut en de heilzame invloed van die voordragten nooit gebleken waren uit de ervaring, kon hij toch niet ontkennen, dat de belangstelling in sommige vakken van het natuurwetenschappelijk onderzoek in de laatste jaren blijkbaar was toegenomen.

In de eerste plaats was die belangstelling zigtbaar voor kruidkundige aangelegenheden. Al zag spreker in voordragten, ook op dit gebied, niet regelregt heil voor de wetenschap, te ontkennen valt het niet, dat zij misschien eenig nut kunnen stichten door bij menigeen het oog voor de Natuur te doen opengaan, anderen te leeren wat opmerkzamer te zien, kortom bij velen die belangstelling te wekken, welke de krachtige stimulans is voor de wetenschap.

De schuld van het gemis aan invloed van het natuurwetenschappelijk onderzoek op de leergierigheid van de massa, althans voor het gedeelte, waaraan spreker thans eene beschouwing zou wijden, ligt misschien ook wel voor een goed deel aan de eenzijdige rigting, die men tot vóór betrekkelijk korten tijd op kruidkundig gebied was ingeslagen. Men had dit onderdeel van de natuurlijke geschiedenis te veel afzonderlijk behandeld, zonder te letten op de naauwe verwantschap met de zoölogie en de entomologie, welke beide laatste aanverwante vakken zeer stiefmoederlijk behandeld, althans bij het kruidkundig onderzoek en de bespreking van de resultaten op dat gebied te weinig tot hun regt waren gekomen. De naauwe verwantschap van die wetenschappen had de heer Witte zich voorgenomen door eenige voorbeelden duidelijk in 't licht te stellen.

«Wat ons de wijzen als waarheid verkondigen, straks komt een wijzer die 't wegredeneert» — deze woorden van den te vroeg ontslapen leekedichter waren spreker in de gedachten gekomen bij 't overwegen van de stof voor zijne verhandeling. De bedoeling van die woorden is geene andere dan deze: wat vroeger onomstootelijk scheen, blijkt later onjuist te zijn en voor andere waarheden plaats te moeten maken; met andere woorden, wat nu als waarheid wordt aangemerkt, zal later blijken ten deele althans eene vergissing te zijn. In onzen tegenwoordigen tijd, nu men alles meent te weten, zal het velen moeijelijk vallen, de laatste stelling te gelooven. Immers, zoo hooren wij reeds menigeen redeneren, dat gaat goed voor vroegere eeuwen; toen vergiste men zich en de tegenwoordige eeuw, de eeuw van de verlichting, heeft die vergissingen aan het licht gebragt. Dat men zich ook nu zou vergissen, gaat er zoo gemakkelijk niet in. En toch de ervaring van de ouderen onder ons leert het immers! Wat wij vóór 20, 30, hoogstens 40 jaar als onomstootelijk aannamen, wat ons toen verkondigd werd als staande zoo vast als een muur, zagen wij haast onopgemerkt een klein weinigje op zijde wijken, langzaam hellen en eindelijk vallen, terwijl we er ons later volstrekt niet over verwonderden, dat het was gevallen; maar zoo veel te meer, dat wij vóór 30 jaren nog in den naïeven waan verkeerden, dat het nooit vallen kon.

Zoo vloeijen uit ééne waarheid consequentiën voort, die noodzakelijk aan vroegere zg. waarheden moeten doen twijfelen en ons eindelijk doen besluiten deze laatsten weg te werpen als oude kleedingstukken. Daar het nu door de geheele geschiedenis van het wetenschappelijk onderzoek altijd zoo gegaan is, waarom zou in die orde van den vooruitgang van het menschelijk weten dan nu

eene stremming komen? Maar laat ons daarom niet ontmoedigd worden, nu wij weten dat onze zg. waarheden weêr door andere zullen worden op zij gedrongen. Integendeel, de mensch die zijne roeping goed begrijpt, moet er zelfs naar streven, om wat nu voor waar geldt, morgen door eene nog volkomener waarheid te vervangen.

Beschouwde men vroeger de bloem geheel op zich zelve, als een voorwerp van Gods schepping, dat een afgesloten leven leidde geheel voor zich alleen, later is men tot de overtuiging gekomen, dat men van elkaêr had afgescheiden wat met de grootste innigheid bij elkander behoort. Eene geheele beschouwingswijze, berustende op eene lange reeks van waarnemingen, moest daardoor vallen. Om dit duidelijk te maken beschouwde spreker eerst in korte trekken de bloem in hare onderdeelen: de bloemsteel, met de verdikking aan den top tot den bloembodem, waarop eerst zijn ingeplant de in eene krans verspreide kelkbladeren, vervolgens de bladeren van de bloemkroon, daarbinnen de één of meer meeldraden en eindelijk, tusschen die meeldraden verrijzende, de stempel of meerdere stempels. Het orgaan, dat ons hier vooral moet bezig houden, zijn de meeldraden: draadvormige organen, aan het einde voorzien van een knopje, helmknopje genaamd, dat bij een zeker stadium van ontwikkeling van de bloem, op verschillende wijzen openberst en een fijn, meestal geel poeder, stuifmeel, naar buiten laat treden, welks uiterst fijne korreltjes, onder de microscoop bekeken en alleen op die wijze van elkander te onderscheiden, blijken te bestaan uit onderscheiden soorten. De eene soort bestaat uit zeer gladde, ligte korrels, die niet aan elkaêr pakken; andere soorten daarentegen geven door het rimpelig, ruwe oppervlak van de korrels, aanleiding tot het zamenpakken van het stuifmeel.

Te midden van deze meeldraden of mannelijke bevruchtingsorganen, verrijzen een of meer stempels of vrouwelijke organen, bestaande uit eene holle buis, gewoonlijk langer dan de haar omringende meeldraden en op den bloembodem eindigende in het zoogenaamd vruchtbeginsel, waar de aanstaande zaadkorreltjes tot ontwikkeling moeten komen. Hoe die bevruchting plaats heeft, daarover is men het in de geleerde wereld nog lang niet eens; voor ons doel is het bovendien genoeg te weten, dat aan elke bevruchting vooraf moet gaan het brengen van stuifmeel op den stempel. Zonder stuifmeel in de vrouwelijke bloem geene vrucht.

Alligt zou men, bij 't overwegen van de vraag hoe nu dat stuifmeel uit de meeldraden op de stempels teregt komt, meenen dat het verreweg in de meeste gevallen als van zelf en in de eerste plaats op den stempel valt. Ofschoon dit voor zeer vele planten als regel kan gelden, komen er toch misschien niet minder, mogelijk zelfs nog meer uitzonderingen op dien regel voor. Er is veelal een intermediair toe noodig. Die overbrenger van het stuifmeel van de mannelijke naar de vrouwelijke bloemen of, op ééne en dezelfde bloem, uit de meeldraden direct op den stamper, is òf de wind òf het insect. Van daar dat men de bloemen wel eens tot de twee groote categoriën brengt: 1o. wind-bloemen en 2o. insecten-bloemen.

Bij de windbloemen zijn de stuifmeelkorreltjes zeer klein, ligt en glad. Hun aantal is buitengewoon groot, berekend naar het legio, dat zijne bestemming niet bereikt, terwijl slechts enkele korrels op vrouwelijke bloemen aanlanden; dank zij de ligtheid van de kleine korrels der windbloemen, worden zij zeer gemakkelijk door den wind opgenomen. Zoogenaamde windbloemen brengen in 't algemeen de boomen voort, onze woudboomen in 't bijzonder. Spreker koos als voorbeeld den bekenden Hazelaar, die reeds in

Februarij en Maart bloeit, en waarvan de zoogenaamde katjes of kleine staartjes, bestaande uit overgroote ophoopingen van stuifmeelbloempjes, reeds in het vorige najaar tot ontwikkeling zijn gekomen.

Bij het stooten aan zulk een takje wordt men als overdekt door een geel poeder; men kan zich dus de onberekenbare massa stuifmeel voorstellen, die door den wind van den Hazelaar wordt opgenomen en voortbewogen. Wat is nu de bestemming van dat poeder? Als men zich de moeite geeft, het takje wat van naderbij te bezien, zal die bestemming dra blijken. Aan die takjes ziet men een soort knopjes, waaruit te voorschijn treden een paar roode pluimpjes, die hier de stempeltjes zijn van de vrouwelijke bloemen.

Bij den Eik, de Den en de Els, geschiedt de bevruchting op gelijke wijze. Hier komen evenwel de vrouwelijke bloemen, die bij den Hazelaar zich aan afzonderlijke individuën ontwikkelen, beiden op denzelfden boom voor.

Van de massa's stuifmeel, die van dergelijke boomen door den wind worden opgenomen, ziet men bij dennenbosschen dikwijls voorbeelden. Zij geven daar aanleiding tot den zg. zwavelregen, die menigmaal voedsel gaf aan het bijgeloof van het volk. Soms uren ver worden die gele stuifmeelwolken dan door den wind voortgesleurd; eerst als de atmosfeer tot kalmte is gekomen, vallen de korrels op den aardbodem en bedekken daar met eene gele laag huizen, boomen en wateren.

Een van de boomen, waaraan men deze bevruchting door middel van den wind het eerst heeft opgemerkt, is de Dadelpalm, die in Europa in het zuiden van Frankrijk en in Italië bloeit. De Arabieren bemerkten reeds vroeg, dat op zich zelf staande exemplaren van die boomen wel bloeiden maar nooit vruchten gaven; daarentegen wel als

de een in aanraking werd gebragt met een bloeijenden tak van den ander. De oorzaak, die voor hen in 't duister lag, ligt eenvoudig aan het uitsluitend voorkomen van mannelijke bloempjes op het ééne exemplaar, terwijl alleen vrouwelijke bloempjes op een anderen boom tot ontwikkeling komen. Vele jaren bleef in een tuin van een der steden in 't zuiden van Frankrijk een Dadel onvruchtbaar. Telken jare bloeide de boom, maar vruchten weigerde hij voort te brengen; totdat in zeker jaargetij, tot niet geringe bevreemding, de boom vruchten begon te ontwikkelen. Wat bleek uit het onderzoek? Dat inmiddels een Dadel in een tuin in een ander gedeelte van de stad tot eene kloeke hoogte was opgeschoten, zoodanig, dat de wind vat begon te krijgen op de bladerenkroon en de stuifmeelkorrels van de mannelijke bloempjes had overgebragt op de vrouwelijke organen van den ander.

Eene dergelijke verandering werd eenige jaren geleden waargenomen bij eene volkomen geïsoleerd staande Aucuba in een hofje te Leiden, die, evenals alle vrouwelijke planten van dit geslacht, dat vóór 90 jaar in Europa werd ingevoerd, aanvankelijk geene vruchten droeg, ofschoon ze jaarlijks duizenden bloemen voortbragt. Eens echter zag men, na den bloei, de heester vol jonge vruchtjes zitten. Waarschijnlijk was van een mannelijke Aucuba uit den Hortus stuifmeel naar den boom van het hofje overgebragt.

De bloemen van de planten, welker stuifmeel door den wind wordt voortbewogen, ontwikkelen zeer vroeg, gewoonlijk vóór de bladeren, met de wijze bedoeling dat de wind in het opnemen van de stofjes niet belemmerd worde door het bladerenloof.

Zoo zijn wij thans genaderd tot de groote categorie van bloemen, wier bevruchting op geheel andere wijze ge-

schiedt. Zij zijn de insecten-bloemen, zoo genaamd naar de insecten, die hier als bemiddelaars optreden èn ten bate van zich zelven èn van de bloem. Nog niet zoo heel lang geleden — en het vooroordeel is nog niet geheel uitgeroeid — werden de insecten beschouwd als eene plaag voor planten en voor menschen, als onnutte, lastige dieren, die zooveel mogelijk verdelgd verdienden te worden. Dit vooroordeel bleef in de wetenschappelijke wereld nog tot op het einde der 18e eeuw bestaan. Onder de kruidkundigen begon toen een ander gevoelen de overhand te krijgen en het was CHRISTIAN CONRAD SPRENGEL, die in 1793 in zijn voor de kruidkunde hoogst belangrijk werk *„das entdeckte Geheimniss der Natur"* duidelijk in 't licht stelde, van welken invloed de insecten zijn op de bevruchting van de bloemen.

In vlugtige trekken zou spreker die bevruchtingswijze duidelijk trachten te maken. Wat hij er van vertelde in eenvoudige, onopgesmukte taal, deed ons wederom met bewondering vervuld worden voor den Schepper, die tot in de kleinste dingen Zijn grootheid het heerlijkst heeft geopenbaard.

Allereerst gaf spreker ons voorbeelden van de nectariën of honigbakjes, de houders van den honig, die de insectenbloemen afscheiden. Die bakjes, hoogst eenvoudige holten, zijn meestal onder aan den voet van het blad gelegen, in de onmiddellijke nabijheid van den bloembodem. Men herkent die bakjes zonder eenige moeite, bij de gewone Keizerskroon b. v. en nog duidelijker bij de Indische kers, waar de bakjes den vorm hebben van hanesporen onder aan het blad, en die daarom ook «sporen» genoemd worden. Plukt men van eene gewone Boterbloem een blaadje af, dan ontwaart men aan den voet eene kleine holte, waaruit men, drukkende, een

droppel honig perst. Bij andere bloemen verzamelt de honig zich in den vorm van een geelen ring, 't zij open liggende, 't zij beschut door een vliesje. Bij den Wingerd ontwikkelt zich aan den voet van elk blaadje een kliertje, waar de honig huist. Zoo doen zich die nectariën of honigbakjes in verschillende vormen voor, maar hun plaats is altijd op den bodem van de bloem.

De natuur heeft in de meeste gevallen gezorgd, dat de honig in de bloem voor regen en andere uitwendige invloeden beschut is. Reeds merkte SPRENGEL op, dat die rol van dekschild in Geranium-bloemen door haartjes vervuld wordt. De honig ligt daarbij soms zeer diep en in zeer naauwe bloemen, zoodat de nectar daar alleen voor bepaalde insecten bereikbaar is.

In den regel zijn de honigbloemen zeer kleurenrijk en zeer geurig, om welke reden zullen wij straks nader zien. Bepalen wij ons thans eerst tot een voorbeeld van een insectenbloem, waartoe spreker de bekende familie der Orchideën had gekozen. Onderscheiden de bloemen dezer planten zich zeer van die der overige gewassen in 't algemeen, vooral is dit onderscheid duidelijk zigtbaar in den bouw der genitaliën (meeldraden en stampers).

In het midden van de bloem zijn èn meeldraden èn stamper tot één centraal orgaan zamengegroeid, een gebogen zuilvormig ligchaam, zuiltje genoemd. Bovenaan dat zuiltje bevindt zich een klepje, dat met het zuiltje niet vast zamenhangt, maar er vlak tegen aan rust. Als de bloem rijp is, heeft men er slechts met een voorwerpje aan te stooten en het klepje valt er af; onmiddellijk hechten zich twee eigenaardige ligchaampjes uit het zuiltje aan het voorwerpje waarmede men opereert, door middel van twee kleverige kliertjes. Die ligchaampjes, die aldus uit het zuiltje te voorschijn komen, zijn stuifmeel, dat hier een

zeer oneigenlijken naam draagt, want het stuift niet; het is eigenlijk tot klompjes zamengepakt stuifmeel. Treedt nu een insect zulk eene bloem binnen, dan wordt bij de eerste aanraking het klepje afgestooten en de stuifmeelklompjes komen te voorschijn en kleven op den rug van het insect; daarmede beladen vliegt het insect naar eene andere bloem, om er den honig uit te verzamelen, maar het diertje kan dit niet doen, zonder daarvoor cijns te betalen in den vorm van het stuifmeel op zijn rug, dat op die andere bloem in aanraking komt met het kleverig gedeelte aan den binnenwand van het zuiltje. De kleefstof van het zuiltje is kleveriger dan de kleefstof van de kliertjes aan de stuifmeelklompjes, zoodat deze van het insect overgaan op de bloem en daar de vrouwelijke organen bevruchten.

Bij sommige planten ontwikkelen de bloemen op verschillende tijden en zoodanig, dat de meeldraden het eerst tot rijpheid komen en eerst later de stempel. Ook hier zijn het insecten, die het stuifmeel van de later ontwikkelde bloem overbrengen naar den stempel van eene andere bloem, waarvan de meeldraden reeds verwelkt zijn. Bij de groote familie van de Compositae, waartoe behooren de bekende Zonnebloem, de Goudsbloem, het Madeliefje, de Kamille, enz. nemen wij eene vereeniging van bloemen schijnbaar tot slechts één bloem waar. Ook hier treedt het stuifmeel het eerst voor den dag, maar ontwikkelen de bloemen zich zeer ongelijk, zoodat de buitenste reeds uitgebloeid zijn, wanneer de binnenste nog in den toestand van knop verkeeren. De insecten loopen over den algemeenen bodem op en neêr en slepen het stuifmeel van de eene bloem op de ander.

Spreker vestigde de opmerkzaamheid op nog eene andere bijzonderheid in den bouw van deze bloemen, namelijk

deze, dat alleen de helmdraadjes van de meeldraden vrij blijven, maar de langwerpige helmknoppen aan elkaêr vast groeijen en aldus een kokertje vormen, dat zoodra het stuifmeel rijp is, aan de binnenzijde barst en de stuifmeelkorreltjes doet uittreden. Die korreltjes bedekken dan den binnenwand van het kokertje; maar tusschen het kokertje groeit inmiddels de stempel, van boven in tweeën gesplitst, en al grooter en grooter wordende schuift die stempel de reeds naar buiten getreden stuifmeelkorrels langs den binnenwand van het kokertje naar omhoog. Daar verzamelen zij tot eene kleine verhevenheid en worden dus door de insecten opgenomen en naar de boven uitstekende geslipte stempels van andere bloempjes gedragen. Nog eenige andere voorbeelden noemde spreker van bloemen met zeer gevoelige meeldraden, die bij de minste aanraking door een insect, den inhoud van hun stuifmeelkokertje op het diertje uitstorten. Het zal nu reeds duidelijk zijn geworden, dat als de insecten-bloemen zeer kleurig en geurig zijn, zij dit niet zijn louter voor 's menschen genoegen. Dit is eene zeer subjective voorstelling, die de egoïstische mensch heeft uitgevonden. De bloemen bloeijen niet voor ons; evenmin verspreiden zij hare liefelijke geuren om ons te gerieven. Wij profiteren er indirect van, evenals de mensch van alles geniet op Gods schoone aarde; maar eene veel nuttiger bestemming hebben de geuren en kleuren van de bloemen. De fijne organen van de insecten worden er door aangedaan en de diertjes naar hare geliefkoosde bloemen gelokt, om er den zoeten nectar voor hun levensonderhoud aan te ontleenen en daarvoor de bloemen de dienst te bewijzen van ze te ontlasten van het stuifmeel en dat ter bevruchting over te dragen naar de vrouwelijke bloem.

Evenals onder de menschen, is er ook verschil van smaak

onder de insecten. Hoe zou anders de stinkende bloem, de gewone Aronskelk bv., van haar honig ontlast worden en zich de bekende dienst laten verrigten, als haar bloembodem niet geprefereerd werd door de vlieg? Zoo worden zeer verschillende bloemen bevrucht door zeer verschillende insecten. Nog menig voorbeeld haalde spreker aan, o. a. uit eigen ervaring in den Hortus te Leiden, dat de bloemkroon alleen voor de bloem bestaat, dat zoodra de bloem aan haar doel heeft beantwoord, m. a. w. zoodra de bevruchting heeft plaats gehad, de bloem verwelkt en al hare uiterlijke schoonheid aflegt.

Niet alle bloemen hebben de organen van de voortplanting of van de bevruchting. De korenbloemen bv. dragen een serie van kleine bloempjes als een krans rondom de eigenlijke geslachtsbloemen, die op het midden van den bloembodem zijn ingeplant. Die sterile blaauwe bloempjes dienen eenvoudig, om door hun kleur de insecten te lokken. Somtijds speelt de natuur aan de kleine gasten een poets. Zij worden dan naar de schitterend mooije bloempjes gelokt, waar zij hoegenaamd niets geen honig vinden; ondertusschen hebben zij de bloempjes, ofschoon dan gratis, de dienst van de bevruchting bewezen, terwijl zij hun schade aan den honigvoorraad op andere rijkere bloemen wel inhalen.

Sommige bloemen dragen eene eigenaardige kleur in 't midden van den bloembodem, in den vorm van stippen, strepen of vlekken. SPRENGEL ontdekte zeer toevallig, dat dit voor de insecten het herkenningsmiddel is van de plaats, waar de honig is te vinden. Hij noemde het dan ook *Saftmal* of herkenningsteeken voor het sap. De groote DARWIN, die zich ook op dit gebied door zijn flink, doortastend onderzoek onderscheidde, verhief deze toevallige ontdekking van SPRENGEL tot een ontwijfelbaar feit.

Dat bij enkele bloemen de honig voor groote insecten zeer moeijelijk verkrijgbaar is, bijv. de Leeuwenbekken, wier bloemen van boven gesloten zijn, is voor de hommels geen beletsel. Zij weten met hun voorpooten de bladeren van een te splijten en dringen zoo de bloem binnen. Bij de kleine Leeuwenbekken, die te klein zijn om een betrekkelijk groot dier als de hommel toe te laten, is deze brutaal genoeg een gaatje in den bloembodem te boren, juist ter plaatse waar het dier weet, dat de honig te vinden is. Door diefstal met inbraak maakt hij zich dan van het sap meester. Zoo zijn er meer voorbeelden van driest geweld in de bloemen- en insectenwereld.

Eigenaardig heeft de Schepper gezorgd voor de avond- en nachtbloemen. Zij ontvangen het bezoek van de avond- of nachtvlinders, die toch ook moeten leven. Schitterende kleuren, wit of geel, zijn haar deel, opdat de vlinders zich niet in de identiteit zouden vergissen.

Spreker sloot met een allermerkwaardigst voorbeeld van de Yucca, eene fraaije plant, afkomstig uit de noordelijke streken van Zuid-Amerika, die hier wel bloeit, maar geen vrucht draagt, omdat de bloem hier niet bezocht wordt door den Amerikaanschen vlinder, die haar trouwe bezoeker is in haar vaderland. Dat kleine nachtvlindertje, nu onlangs ontdekt door den entomoloog Riley, is een klein wit diertje, van dezelfde kleur als de bloem van de Jucca, welk diertje hij „Pronuba Yuccasella" noemde. Zoodra de bloem ontwikkeld is, verzamelt het insect het stuifmeel uit de helmknopjes, brengt die korreltjes over naar den stamper en dringt door tot het vruchtbeginsel, waar het diertje zijne eitjes legt. De later uitkomende zaadjes dienen dan als voedsel voor de jonge larfjes, terwijl er nog genoeg zaden overblijven, om de soort voort te planten.

De heer WITTE sloot met dit voorbeeld zijne boeijende voordragt, die door vorm en inhoud, meer dan de begaafde spreker misschien zelf wil erkennen, een dementi is geweest aan zijne wel wat al te pessimistisch op den voorgrond geplaatste stelling, dat dergelijke voordragten geen nut stichten.

III.

Dr. A. BRESTER:

Over de voeding van den Mensch.

28 Januari 1877.

I.

De *Diligentia*-leden hadden in het afgeloopen saizoen het genoegen tot vier malen Dr. Brester te hooren spreken over een allerbelangrijkst onderwerp, dat de aandacht van het aanzienlijk auditorium in klimmende mate boeide. De populaire redenaar uit Delft, die tot de meest gewaardeerde sprekers in den natuurkundigen kring behoort, had zich voorgesteld in eene reeks voordragten de voeding te behandelen en in hoofdzaak twee vragen te beantwoorden: 1°. waarom wij ons voeden moeten; 2°. hoe onze voeding geschiedt. Voor den eersten avond had spreker als inleiding gekozen: *de scheikundige zamenstelling van den mensch.* Onder scheikundige zamenstelling van de stof in 't algemeen verstaat men de kennis van de bestanddeelen, die in de stof voorkomen, het zij vermengd, het zij als scheikundige verbinding. Bestaat eene stof uit gemengde bestanddeelen, dan zijn die deelen nog als zoodanig in de stof aanwezig: men kan ze nog afzonderlijk min of meer duidelijk daarin zien, of op eenige andere wijze in het ligchaam, waarvan zij een deel uitmaken, waarnemen. Men denke b. v. aan het meel van vervalschte suiker,

aan eene met water verzadigde spons, aan ..... rijst met krenten. Minder duidelijk is het mengsel in suikerwater, althans voor het oog; maar de smaak verraadt onmiddellijk de aanwezigheid van de gemengde suikerdeelen. Zoo is ook — om nog een enkel voorbeeld te noemen — de lucht een mengsel van de bekende bestanddeelen.

Eene scheikundige verbinding is geheel iets anders. Van zulk eene stof zijn de deelen zoo innig vereenigd, dat zij niet meer als zoodanig bestaan. De onschuldigste en voor den mensch weldadigste stoffen, keukenzout b. v., zijn soms scheikundige verbindingen van bestanddeelen, die op zichzelf eigenschappen bezitten van geheel anderen aard. Om bij ket keukenzout te blijven, zien wij die stof bij ontleding bestaan uit de twee enkelvoudige ligchamen: natrium en chloor. Vooreerst hebben die bestanddeelen een geheel ander voorkomen dan keukenzout. Natrium is een glinsterend week metaal, chloor een geelgroen gas; beide ligchamen hebben een hevig werkend vermogen, dat door spreker werd aangetoond in de schitterende proef van de verbranding van natrium in water. Door het indompelen van een stukje verhit natrium in eene flesch chloor verrigtte spreker de schoone proef van het opbouwen van keukenzout (*Cl Na*) uit de elementen. Een ander kenmerkend voorbeeld van eene scheikundige verbinding is het ethyleen, een kleurloos gas, waarin men allerminst koolstof zou vermoeden. Spreker toonde een bekerglas met dat onzigtbaar gas gevuld, goot er een beker chloor in uit en zoodra de ontleding van het ethyleen had plaats gehad, steeg een zwarte roetwalm uit het eerste glas. De waterstof van het ethyleen had zich verbonden met het chloor tot zoutzuur en de zwarte kool was vrij gekomen.

Het is nu de vraag, of die zamenstellende deelen van het keukenzout, het chloor en het natrium, op hunne beurt weêr zamengesteld zijn. In dit geval niet. Beide stoffen zijn elementen, d. w. z. ligchamen, die voor geene verdere ontleding vatbaar bleken te zijn. Bij andere stoffen stuit men niet spoedig op de elementen, maar vindt die eerst na voortgezet onderzoek. Elementen (ongeveer een 60-tal) en scheikundige verbindingen zijn de stoffen, waaruit alles op aarde bestaat. De elementen en scheikundige verbindingen komen slechts zelden in zuiveren toestand op aarde voor. In den regel biedt de natuur ze aan als mengsels, die dikwijls niets meer zijn dan verontreinigingen, hetzij door oorzaken buiten den mensch gelegen, hetzij opzettelijk, wat men *in casu* duidelijkheidshalve vervalschingen noemt.

Dat vermengd voorkomen van de stof maakt juist het onderzoek van de stof zoo moeijelijk. Het onderzoek van scheikundige verbindingen is dikwijls eenvoudig, vergeleken met het onderzoek van mengsels, die men veeltijds niet in staat is volkomen in de afzonderlijke zamenstellende stoffen te scheiden. Mag men bij scheikundige verbindingen de middelen tot scheiding niet te zwak nemen, bij het onderzoek van de mengsels zij men vooral voorzigtig de scheid-middelen niet te sterk aan te wenden. Alligt loopt men toch gevaar te ver te gaan en in stede van de zamenstellende stoffen af te scheiden, door te dringen tot de elementen. Men legt dan als resultaat van het onderzoek wel eene lange lijst van elementen over, maar daarmede verbloemt men dikwijls zijne onkunde. Zoo heeft ons de spectraal-analyse, die het bestaan van ijzer en waterstof in het zonneligchaam aantoont, nog niet veel wijzer gemaakt wat betreft de beantwoording van de vraag, van welken aard de bestanddeelen van de zon eigenlijk zijn. Zoo mogen wij ook onze verwachting ten

aanzien van de scheikundige zamenstelling van den mensch niet te hoog spannen.

De elementen, waaruit ons ligchaam bestaat, verdienen in de eerste plaats de aandacht. Zij zijn met hun veertienen in het menschelijk ligchaam aanwezig. Als voorbeeld voor de quantitative en qualitative analyse van den mensch had spreker gekozen iemand van een gewigt van 70 kilo. Op eene rij voor spreker stonden de 14 elementen, zooveel mogelijk naar de juiste gewigtsverhoudingen afgewogen, die in het ligchaam van den mensch voorkomen. In de allereerste plaats de zuurstof, van welk gas één liter op tafel stond. *Vijftig* kilo zuurstof of 35000 flesschen van dat gas bevat de mensch. Op de zuurstof volgt de koolstof. Van die zwarte kool had spreker eene respectabele hoeveelheid in eene flesch verzameld: het 47-voud van die quantiteit of 9,5 kilo is gemiddeld het deel van den mensch. De derde in de rij is de waterstof, die $6\frac{1}{2}$ kilo van het gewigt van den mensch inneemt. Daar die hoeveelheid 71 000 liters vertegenwoordigt, kan men zich eene voorstelling maken, hoeveel ruimte de mensch zou innemen, indien hij gasvormig ware. Eene betrekkelijk kleinere hoeveelheid is de $1\frac{1}{2}$ kilo stikstof in het menschelijk ligchaam, maar dan toch altijd een volumen van 1300 liters.

Die zwarte kool en die drie soorten van lucht te zamen nemen dus voor zich alleen 97 pCt. van het gewigt van het ligchaam in beslag. Er blijven dus nog 3 pCt. over. Ofschoon betrekkelijk gering in massa, spelen de nog resterende elementen in het ligchaam eene hoogst belangrijke rol. Ook deze stoffen had spreker voor zich, de meesten in de juiste hoeveelheid, zooals zij in den mensch gevonden worden. Naar de hoeveelheid komt het calcium het eerst in aanmerking.

Niet minder dan 9 ons (0.9 kilo) draagt een mensch van 70 kilo daarvan in zich om. Spreker kon van die stof slechts 1 gram, ter waarde van *f* 15.— vertoonen. De geheele 9 ons zou een kapitaal vertegenwoordigen van *f* 13000. De hoeveelheid phosphorus daarentegen (7 à 8 ons) had spreker precies afgewogen en in zeer zorgvuldige emballage verpakt. De tamelijk groote flesch met in water gedompelde geele barnsteenachtige pijpen phosphorus aanziende, zou men zeker niet vermoeden, dat die hoeveelheid in het ligchaam verspreid is. Van die massa kunnen 1½ millioen lucifers gemaakt worden, vullende 10000 doosjes van de gewone soort.

De rij vervolgende, toonde spreker het chloor in eene flesch van eene liter inhoud, waarvan er 32 in het ligchaam voorkomen; de zwavel, in kleinere hoeveelheid, maar waarvan de beteekenis zeer groot is; het natrium (63 gram); het fluorium, het eenig element, dat spreker niet kon laten zien, omdat het tot heden niet is mogen gelukken, dat element op te vangen; het kalium; het ijzer (6 gram, iets meer dan twee breinaalden); het magnesium, waarvan spreker de juiste hoeveelheid liet zien in den vorm van een lint; eindelijk, n°. 14, het kiezel, tot een gewigt van $^1/_{10}$ gram.

Het behoeft geen betoog, dat het belangrijkste gedeelte van het onderzoek nu eerst aan de orde is: te weten, tot welke afzonderlijke stoffen die elementen verbonden zijn. Geheel vrij komen in het ligchaam slechts voor de elementen zuurstof en een weinig stikstof en welligt eene zeer kleine hoeveelheid waterstof. Het overige is louter scheikundig verbonden.

Het ge*wigtigs*te bestanddeel is het water. Voor *drie vierden* bestaat de mensch uit water. Op tafel stond een tamelijk groot glazen vat, gevuld met water. *Tien* zulke

vaten (50 liters) water bevat de mensch. Dan volgt de lijmgevende stof (6,8 kilo); vervolgens het vet, dan de eiwitstof (3,8 kilo) en eindelijk de aschbestanddeelen of onverbrandbare stof, bestaande uit eene groote reeks scheikundige verbindingen, als phosphorzure kalk, krijt, keukenzout, fluor-calcium, enz. enz.

Resumerende vinden wij percents-gewijze in het ligchaam verdeeld:

Water	72
Lijmgevende stof	9,7
Vet.	7,8
Eiwitstof	5,4
Aschbestanddeelen. . . .	5,1
	100

Het is duidelijk, dat deze cijfers aan velerlei afwijkingen onderhevig zijn, daar niet alle menschen even waterrijk noch even vet zijn. De tabel geeft slechts de verhouding aan van de verschillende stoffen, voorkomende in een normale type van het menschelijk ligchaam. Behalve deze stoffen komen nog een legio andere als b.v. koolzuur, ureum, haematine, creatine, suiker, cerebrine, leucine in het ligchaam voor, op welker beteekenis spreker later zou terugkomen.

Dat al die stoffen niet gelijkelijk in de organen van den mensch verdeeld zijn, ligt voor de hand. Om een juist denkbeeld te geven van die verdeeling, moest spreker eerst een klein uitstapje doen op anatomisch terrein. De hystologische wetenschap leert hoe de mensch uit cellen en vezels is opgebouwd, die te zamen weefsels vormen, welke, nog verder dooreengeweven, onze organen zamenstellen.

In die weefsels onderscheidt men vier hoofdsoorten, die elk eene bijzondere scheikundige zamenstelling hebben. De

scheikundige zamenstelling van een orgaan hangt dus af van de weefsels, die er in voorkomen. Verreweg het belangrijkste weefsel voor het organisme is het zenuwweefsel, het aristocratisch weefsel, om het zoo eens te noemen, uitsluitend voorkomende in de hersenen, het ruggemerg en in de zenuwen, die voor het gevoel en de beweging dienen. Anatomisch bestaat dit weefsel uit cellen en zenuwbuizen; scheikundig is de zamenstelling zeer ingewikkeld; het is rijk aan water, aan eiwitstof en aan vet, en eene zeer gewigtige rol spelen in dit weefsel de cerebrine en de leucine. In 't voorbijgaan deelde spreker, ten genoege van de dames, die gemeenlijk kleiner hersenen hebben dan de mannen, mede, dat de grootte van de hersenen niet altijd als maatstaf voor het verstand kan dienen.

Het spierweefsel (het vleesch) is het weefsel, waaruit ons ligchaam voor meer dan de helft bestaat. De anatomische zamenstelling nagaande, zien wij dit spierweefsel gevormd door bundels evenwijdige vezels, zg. primitiefbundels, waarvan men den waren aard nog niet heeft kunnen doorgronden. Of de primitief-bundels hol zijn met een vloeibaren inhoud, of dat zij nog uit fijnere vaste vezels bestaan, moeten de geleerden nog uitmaken: wel een bewijs, dat de wetenschap omtrent het wezen van de meest voorkomende bestanddeelen van het ligchaam nog in raadselen verdiept is.

De scheikundige zamenstelling van dit weefsel, waarin wij op dit oogenblik meer belang stellen is: water (voor $^3/_4$), en verder voornamelijk eiwitstof, bovendien ook wat lijmgevende stof, vet, asch enz. enz. Van de eiwitstof van het lijstje hierboven is nu nagenoeg niets meer over, nl. voor zooveel de vaste weefsels van het ligchaam betreft.

Het derde weefsel, het bindweefsel, vervult de belang-

rijke rol van steun en stevigheid te geven aan de overige weefsels, die elk op zichzelf geen organen kunnen vormen. De huid b. v. is bindweefsel, insgelijks het kraakbeenig en beenig skelet, dus de beenderen, waarvan de kalk afkomstig is uit de cellen van het bindweefsel, welke de eigenschap hebben om die stof af te scheiden. De lijmgevende stof, waaruit de cellen van het bindweefsel grootendeels bestaan, geeft de taaiheid aan het been; de kalk maakt het been hard; zoodat een been, door verbranding van de lijmgevende stof of, door uittrekking in zoutzuur, van den kalk ontdaan, zijne beste eigenschappen verloren heeft.

Spreker toonde zulk een met zoutzuur uitgetrokken been, dat volkomen den vorm had behouden, maar zoo buigzaam was als caoutchouc, en daarnaast een uitgebrand been, dat, met een hard voorwerp in aanraking gebragt, in gruzelementen uiteen viel. Zonder kalk of lijmstof zouden wij met onze beenen dus al zeer weinig kunnen uitvoeren. De zenen of banden, waardoor de spieren en beenen aan elkander bevestigd zijn, behooren ook tot het bindweefsel.

Zagen wij daar even sommige cellen van dit bindweefsel kalk afgeven, er is nog eene andere soort bindweefsel, waarvan de cellen de eigenschap bezitten van vet af te scheiden. Als iemand tot de vetten behoort, dan heeft hij dit te danken aan zijn bindweefsel tusschen de huid en de spieren, ook wel tusschen de ingewanden. Vet is hoofdzakelijk het product van het bindweefsel, waar het ook voorkomt. Eindelijk hebben wij nog eene vierde weefselsoort te beschouwen, het celweefsel, dat de opperhuid en ook de haren en nagels heeft geweven en zich voortzet in de binnenste ligchaamsholte, waar het de slijmvliezen bekleedt.

Stellen wij ons nu die onderscheiden weefsels voor in de verschillende ligchaamsdeelen, de geheele massa door-

drongen en omspoeld door eene nog weinig bekende vloeistof, welke men blastema noemt; die druipnatte weefsels doortrokken van millioenen kronkelende en zich vertakkende kleine buisjes, waardoor het bloed zich in alle rigtingen door het geheele ligchaam verspreidt; tusschen die bloed-adertjes weêr andere fijne buisjes, die de lympha inhouden; de wanden van al die buisjes weêr zamengesteld uit verschillende weefsels — dan hebben wij een klein denkbeeld van het ingewikkeld zamenstel der organen van den mensch.

Het bloed is, zoowel quantitatief als qualitatief, zeker de belangrijkste vloeistof van het ligchaam. Vijf à vijf en een halve liter (i. e. $^1/_{13}$ van het ligchaamsgewigt) is de gemiddelde hoeveelheid bloed in het menschelijk ligchaam. Voor $^3/_4$ bevat het bloed water; voorts eiwitstof, het belangrijkste gedeelte van de vaste stof in het bloed, ook nog vetten, haematine, suiker, glycogeen, ureum enz. IJzer kleurt de ligchaampjes in het bloed rood, evenals dit metaal de kleur geeft aan het bladgroen der planten.

Vergelijkt men nu den mensch met de overige dieren, dan vindt men, in andere verhoudingen natuurlijk, tamelijk wel de zelfde stoffen. Bij de planten treft men echter iets anders aan, ook wel weefsel van cellen, maar terwijl in den mensch stikstofhoudende wanden van cellen en vezels worden gevonden, als lijmgevende stof en eiwitstof, bestaan de vaste deelen der plantenweefsels uit cellulose en aanverwante stoffen, die geen stikstof bevatten. Wat nu de lijmgevende stof is voor het dier, is de cellulose voor de plant. De overige bestanddeelen zijn zetmeel, suiker, gom, allen koolhydraten, die geen stikstof bevatten en die de plant voor het grootste gedeelte opbouwen. Verder treffen wij ook in de plant veel water aan, nog meer dan in het dierlijk ligchaam; eindelijk vet, aschbestanddeelen en

ook weêr eiwit, maar opgelost in eene vloeistof en in het algemeen in geringere hoeveelheid.

Spreker stond thans stil bij eene zeer gewigtige vraag, of nl. al de genoemde bestanddeelen van planten en dieren zich onderscheiden van de anorganische, doode stof. Ten aanzien van het water, het keukenzout en het krijt, bestaat geen twijfel: zij zijn de zelfde als in de doode natuur; maar de meeste stoffen binnen ons worden niet buiten het levend wezen gevonden. De meening, dat men geen van die stoffen zou kunnen maken, heeft men intusschen reeds laten varen. Reeds in 1828 slaagde men er in het ureum te bereiden uit koolstof, waterstof, stikstof en zuurstof. Dat de wetenschap tot heden niet in staat was om eiwit en gelatine zamen te stellen was misschien aangenaam voor vele hoorders, maar het bewijst nog volstrekt niet, dat die stoffen niet vatbaar zijn voor kunstmatige bereiding. Het is zelfs zeer wel mogelijk, dat zij nog eens bereid zullen worden; maar daarmeê zal men dan nog geen enkele levende cel hebben opgebouwd. Wel houdt men zich ook op dit gebied reeds bezig en meent men eene cel te hebben gemaakt door een droppel gelatine aan het eind van een staafje in aanraking te brengen met eene oplossing van looistof. Er vormt zich dan op die plaats een bolvormig vliesje, volkomen gesloten, dat, door de werking van de osmose, vloeistof van buiten naar binnen opslorpt en grooter wordt. Maar het aldus ontstane vliesje onderscheidt zich toch nog in de voornaamste opzigten van de levende cel.

De levensverschijnselen zijn nog zoo weinig verklaard, dat men eigenlijk nog niet weet welke krachten daartoe zamenwerken. Men kent b. v. den kringloop van het bloed, de verrigtingen van die kostelijke vloeistof in den mensch, hare zamenstelling; maar wat is de reden, dat het hart

zich beweegt en door die beweging den bloedstroom geregeld door het ligchaam voert; en hoe komt het, dat het bloed vloeistof is in het levend vat, doch tot een koek stolt, zoodra het ligchaam opgehouden heeft te leven of zoodra het bloed het vat heeft verlaten? En al moge nu de wetenschap later al die raadselen en duizend andere oplossen, dan zullen niettemin de wil, de gedachte en het bewustzijn buiten het bereik van het menschelijk kenvermogen blijven.

Waarom wij ons voeden moeten is de belangrijke vraag, welke de heer BREESTER in de volgende voordragt, eenige weken later, zou behandelen. Hoe al de stoffen, die wij thans de revue hebben zien passeren, in het ligchaam worden omgezet en vernieuwd, volgens de oude theorie in zeven jaar, volgens de nieuwere in ongeveer dertig dagen, was zeker eene afzonderlijke voordragt dubbel waard. Spreker hoopte, dat over eene maand, al was zijn gehoor dan ook geheel of gedeeltelijk van stof veranderd, de aandacht, die men hem thans welwillend verleend had, onveranderd zou blijken te zijn.

II.

Voor eene zeer aanzienlijke vergadering vervolgde Dr. BREESTER, van Delft, zijne zes weken te voren begonnen verhandeling over de VOEDING. De *scheikundige zamenstelling van den mensch* was in de eerste voordragt speciaal het onderwerp van beschouwing, waaraan spreker in vlugtige trekken herinnerde. De verhouding van de verschillende stoffen in de normale type van het dierlijk ligchaam als bekend onderstellende, zou spreker ons thans antwoord

trachten te geven op de vraag: *waarom wij ons voeden moeten.*

In gewigt en zamenstelling waren spreker en zijn gehoor sedert gemeld tijdsverloop onveranderd gebleven. (Wij mogen er bijvoegen, dat dit insgelijks het geval was met de uitstekende voordragt van den spreker en met de onverdeelde aandacht van zijn gehoor.) Nu is dat onveranderd blijven zeker bijzonder aangenaam, voor zoover ieder onzer tevreden is met zijne constitutie; maar als wij nagaan, hoeveel voedsel wij in het ligchaam wel hebben moeten opnemen om die uitkomst te verkrijgen, dan zouden wij, oppervlakkig redenerende, niet geneigd zijn, die uitkomst zeer schitterend te noemen. Ieder onzer heeft in die zes weken toch ongeveer $1^1/_2$ maal zijn eigen gewigt aan voedsel gebruikt, om het schijnbaar magere resultaat te verkrijgen van niet afgenomen te zijn in gewigt noch veranderd in zamenstelling.

Het is dus wel de moeite waard, eens na te gaan waartoe dat voedsel gediend heeft. Tot oplossing van die vraag kunnen wij het best komen, door te beginnen met de vraag om te keeren: wat gebeurt er, als we ons niet of onvoldoende voeden? Dan nemen we af in gewigt, omdat het leven onbestaanbaar is zonder voortdurend verlies van koolzuur, ureum en aschbestanddeelen. Deze stoffen verlaten elk oogenblik het ligchaam. Spreker voorspelde ons dan ook, dat wij straks, bij het verlaten van de zaal, 50 gram in gewigt afgenomen zouden zijn. Als voorbeeld werd genoemd een krachtig arbeider, die in den loop van één dag $2^1/_2$ à 3 kilo van zijn gewigt verliest. 't Spreekt nu van zelf, dat die man, ter compensatie van dat verlies, moet trachten dagelijks eene gelijke hoeveelheid bestanddeelen uit de buitenwereld in zich op te nemen.

Als wij ons nu nog eens herinneren, uit welke stoffen de mensch is gebouwd: water, lijmgevende stof, vet,

eiwitstof en aschbestanddeelen — dan kan de vraag zich voordoen, of dat voortdurend stofverlies gelijkmatig over al deze bestanddeelen is verdeeld. Dit nu is niet het geval. Het verlies treft vooral het vet en de eiwitstoffen, in de verschillende organen verdeeld. Als het ligchaam ongeveer 40 pCt. verloren heeft, wordt het leven uitgedoofd. Het opmerkelijk verschijnsel doet zich bij den hongerdood voor, dat, terwijl alle organen in gewigt afnemen, de hersenen nagenoeg de zelfde blijven.

Wij zien dus dat het geregeld gebruik van voedsel het gestadig stofverlies weêr goed maakt. Zietdaar dus reeds een antwoord op de vraag, waarom wij ons voeden moeten. Wij zijn echter geregtigd, daarmeé nog niet tevreden te zijn. Immers — ware dit het eenige nut van het voedsel — wij zouden de opmerking kunnen maken, of het dan niet veel eenvoudiger zou zijn geweest, als de mensch zoo ingerigt was, dat hij niet vatbaar was voor dat stofverlies. Het feit, dat de mensch voortdurend arbeid verrigt, geeft echter antwoord op de vraag, waarom hij zonder dat stofverlies niet kan leven.

Die arbeid geschiedt ten koste van het voedsel, dat in het ligchaam van den mensch onderhevig is aan eene langzame verbranding. De spijzen worden in het ligchaam als 't ware verstookt en verlaten het in den toestand van koolzuur, water en ureum. De een arbeidt veel meer dan de ander; maar ook zij, die hun tijd verdeelen in slapen en niets doen, arbeiden. Allen hebben — om een voorbeeld te noemen — een hart en dat hart verrigt in één etmaal een arbeid van 75 000 kilogram-meters, hetgeen wil zeggen dat de arbeid, die het hart in 24 uur verrigt, in staat zou zijn om ons ligchaamsgewigt in dat tijdsverloop naar den top van een meer dan 1000 meter hoogen berg op te voeren.

Die arbeid van het hart wordt door wrijving in ons ligchaam in warmte omgezet. Ons ligchaam ontwikkelt echter nog veel meer warmte dan op die wijze door zijn inwendigen arbeid gevormd wordt. Eene bepaalde temperatuur van 37°,5 is eene onmisbare voorwaarde van ons bestaan.

Het arbeidsvermogen van ons ligchaam openbaart zich dus naar buiten op tweeërlei wijzen: 1°. voortdurend als warmte en 2°. van tijd tot tijd en bij verschillende menschen in zeer verschillende mate, als mechanische arbeid.

En welke is nu de kracht, die ons ligchaam voortdurend op die tweeërlei wijzen in beweging houdt? Is het een veer of een vallend gewigt? Neen; het is dezelfde kracht, die ook bij de stoommachine warmte en mechanischen arbeid voortbrengt, de scheikundige aantrekkingskracht namelijk van de zuurstof der lucht tot alles wat brandbaar is.

Werkelijk is ons ligchaam dus eene stoommachine gelijk, waarin brandstof wordt ingelaten, terwijl de verbrande deelen die machine weêr verlaten. Wij hebben dus te zorgen voor gedurig nieuwen aanvoer van brandstof. Overigens bestaat er natuurlijk groot verschil in aard en strekking met eene gewone stoommachine. Terwijl in deze de brandstof dadelijk verbrandt en zij zich onverschillig betoont omtrent den aard van de brandstof, ja zelfs genoegen zou nemen met gebraden ganzen in plaats van steenkolen, is de keuze van brandstoffen voor de menschelijke stoommachine van meer beperkten aard. Eenmaal in het ligchaam opgenomen, verbranden zij ook niet dadelijk, maar worden eerst bestanddeelen van het ligchaam en blijven dat eenigen tijd.

De wijze, hoe de omzetting van het scheikundig arbeidsvermogen in mechanischen arbeid plaats grijpt, is eigenlijk

totaal onbekend en zal dit misschien wel altijd blijven. Zooveel is zeker, dat de menschelijke machine veel beter en voordeeliger werkt dan de beste stoommachine. Het bewijs is geleverd, dat een arbeider tweemaal meer werk verrigt dan eene stoommachine, daar bij de laatste slechts 11 pCt. van het scheikundig arbeidsvermogen in nuttigen arbeid wordt omgezet, terwijl in den mensch 20 à 25 pCt. in mechanischen arbeid verandert.

Ook de onbrandbare bestanddeelen, zooals keukenzout en andere aschbestanddeelen, verlaten ons ligchaam voortdurend, en daar zij meerendeels van het grootste belang voor onze stoffelijke zamenstelling zijn, moeten zij ook voortdurend als voedsel worden opgenomen. Deze soort van voedsel kan noch arbeid noch warmte produceren. Ook de stoommachine heeft onophoudelijk een dergelijk voedsel noodig: water b. v. om stoom te leveren; olie, om de machine te smeeren, enz.

Uit het voorafgaande zal men zich eenigzins eene voorstelling gemaakt hebben van de hoeveelheid voedsel, die noodig is om het voortdurend stofverlies geregeld aan te vullen. Bij kinderen en onvolwassenen moet die hoeveelheid voedsel betrekkelijk grooter zijn, opdat het batig saldo, dat na compensatie van het stofverlies overschiet, ten goede kome aan den groei ot de toeneming in gewigt.

Dat batig saldo is intusschen maar zeer gering. Eene hoeveelheid van 500 kilo melk in het eerste levensjaar maakt het kind niet meer dan 6 kilo zwaarder, terwijl een 11-jarige knaap ongeveer 1100 kilo voedsel in één jaar moet gebruiken, om aan het eind van 'tjaar 3 kilo in gewigt te zijn toegenomen. De meeste menschen worden tusschen de 20 en de 40 jaar nog altijd wat zwaarder, maar gemiddeld niet meer dan één ons 's jaars en dan na een gebruik van 1200 kilo voedsel.

Ieder kent het eigenaardig gevoel, dat honger wordt genoemd en ieder weet ook, dat aan die roepstem gehoor moet worden gegeven op straffe van de vreesselijkste gevolgen. Honger zou men dus wel kunnen noemen de drijfveer, die de geheele maatschappij aan den gang houdt; en mogt ooit de een of ander philantroop eene ontdekking doen, die aan ieder individu het middel verschafte om zich zonder moeite brood te verschaffen, dan zou die ontdekking misschien tijdelijk eene reeks ongelukkigen gelukkig maken, maar het zou dra blijken dat de geheele maatschappij door dat middel onmogelijk werd gemaakt. Gelukkig, zeide spreker, bestaat er weinig kans op zulk eene ontdekking.

Na ons alzoo uitgelegd te hebben, *waarom wij ons voeden moeten*, ging spreker thans over tot de vraag: *hoe de voeding geschiedt.* Aan de beantwoording van deze vraag zal het overige van zijn cursus gewijd zijn.

Het behoeft geen betoog, dat de wijze *hoe* de mensch zich voedt, van eene oneindige reeks omstandigheden afhangt. Vooreerst oefent het klimaat hier grooten invloed uit. Een Eskimo bijv. consumeert dagelijks 15 kilo zeehondenvleesch, nog wel met traan overgoten, terwijl een Hindoe zeer voldaan is als hij zijne portie rijst met visch binnen heeft. De oorzaak van dit verschil ligt voor de hand. De Eskimo, wil hij in zijne kille omgeving de temperatuur van het ligchaam op $37\frac{1}{2}$ graad houden, moet vreesselijk stoken; terwijl de Javaan, om die temperatuur constant te houden, door de buitenlucht een handje geholpen wordt. Maar ook in hetzelfde land, ja in hetzelfde huis, tusschen broêrs en zusters, bestaat groot verschil in de quantiteit en de qualiteit van de spijzen, die ieder voor zijn levensonderhoud noodig heeft.

Dit neemt echter niet weg, dat voor alle menschen,

van welke constitutie en onder welke omstandigheden ook, de voeding aan vaste regelen is onderworpen. De vragen:

1°. uit welke voedingstoffen ons voedsel bestaat;

2°. hoe het voedsel bestanddeel van ons ligchaam wordt;

3°. hoe het voedsel dan verder aan zijn doel beantwoordt;

zijn dan ook voor eene algemeene beantwoording wel geschikt en zouden nu achtereenvolgens door spreker worden nagegaan. Later zullen dan nog eenige omstandigheden worden besproken, die in bijzondere gevallen op de voeding van invloed zijn.

In de eerste plaats dan: welke zijn de stoffen, die in ons voedsel moeten voorkomen? De mensch ontleent ze bijna allen aan het planten- en dierenrijk; slechts twee voedingstoffen vindt hij daar niet in voldoende hoeveelheid, te weten water en keukenzout, waarvan hij het ontbrekende moet aanvullen uit de anorganische natuur. De voedingstoffen voor den mensch — natuurlijk op tallooze wijzen in de voedingsmiddelen verdeeld — zijn water, anorganische zouten, eiwitstoffen, lijmachtige stoffen, vetten, koolhydraten en nog tal van anderen, die als prikkels wel eene belangrijke rol spelen in de voeding, maar niet, als de zes genoemde soorten, aan de stofwisseling deelnemen. De lijmachtige stof is de eenige, die de mensch zou kunnen missen; van de vetten en koolhydraten des noods een van beiden; maar de overigen zijn absoluut noodzakelijk.

Het water wordt door ons ten deele als zoodanig, ten deele als bestanddeel van de spijzen in het ligchaam opgenomen. Uit de voedings-tabel, die aan den wand hing, en in sprekende kleuren het betrekkelijk gehalte aan eiwit, vet, zetmeel, minerale stoffen, water enz. van de voornaamste voedingsmiddelen aanwees, blijkt hoe aan-

zienlijk het watergehalte is bij de meeste voedsels. Kool — men zou het bij het gebruik van boerenkool waarlijk niet zeggen — bevat 94% water, veel meer dan koemelk. Spreker liet in flesschen de hoeveelheid vaste bestanddeelen zien: van een half kilo vleesch, een kilo witte kool, een liter bouillon van een restauratie in den Haag, een liter Beijersch bier, een liter wijn — in steeds afnemende hoeveelheid. Van een liter jenever zou bij verdamping zoo goed als niets overblijven.

Anorganische zouten komen in bijna alle voedingsmiddelen voor. Spreker toonde die zouten aan in het pompwater van *Diligentia*.

De eiwitstoffen zijn zeker wel de meest belangrijke stoffen in de voedingsmiddelen. Dat zij daarin volstrekt onmisbaar zijn, bewijst de dagelijksche afscheiding bij den mensch van 25 à 35 gram ureum, dat eene stikstofhoudende stof is. Die stikstof kan uit geen ander voedingsbestanddeel ontleend worden dan uit eiwit, de eenige voedingstof, die, behalve gelatine, dat element bevat.

Achtereenvolgens leerden wij de eigenaardigheden kennen van de drie eiwitsoorten: de *albumine*, de *caseïne* en de *fibrine*. Al die eiwitsoorten komen in het levend dier in opgelosten toestand voor; treedt de dood in, dan volgt dikwijls onmiddellijk eene stremming van het eiwit en het blijft in dien toestand, m. a. w. het is dan niet meer voor oplossing vatbaar. De albumine, of het in water opgeloste eiwit van de eijeren, stremt door de warmte. De tweede soort daarentegen, de caseïne of kaasstof, die in opgelosten toestand voorkomt in de melk, stremt niet, even als albumine, bij de kooktemperatuur, maar onder den invloed van zuren en door leb bij ongeveer 45° temp.

Daar de stremming door zuren plaats heeft in den

vorm van kleine klontertjes, wordt bij de kaasfabricage, die spreker in 't klein met zeer goeden uitslag verrigtte, het andere stremmiddel gebruikt, namelijk in dit geval de in pekel afgetrokken leb, die de kaasstof uit de melk tot één klomp doet zamenpakken.

Bij de derde eiwitsoort, de vezelstof of fibrine, neemt men eene veel raadselachtiger manier van stremmen waar. Evenals het eiwit in de eijeren, komt de fibrine in opgelosten toestand voor in het bloed; maar zoodra de dood intreedt of zoodra het bloed de aderen verlaat, stolt de fibrine tot eene vezelachtige zelfstandigheid. Niet slechts in de dieren, ook in de planten komen albumine, kaasstof en fibrine voor. Wringt men in eene doek tarwemeel in water uit, dan blijft in de doek eene vezelachtige stof achter, de kleefstof of het gluten van de tarwe, d. i. eiwitstof, in physische en chemische eigenschappen overeenkomende met de fibrine van het bloed.

Ofschoon de lijmachtige stoffen insgelijks stikstof bevatten, kunnen de eiwitstoffen toch maar voor een deel door eerstgenoemde in de voedingsmiddelen vervangen worden. Overigens kent men de in de keuken dikwijls toegepaste eigenschap van gelatine, dat zij in warm water oplosbaar is en na bekoeling als eene gelei stolt. Zulk eene gelei moet dus niet als volkomen onvoedzaam geminacht worden.

Thans komen in de rij de gewigtige vetten, reeds daarom gewigtig, omdat zij zoo brandbaar zijn. Om te doen uitkomen, dat het bij de spijsvertering noodzakelijk is, dat de olie zich zoodanig met water vermenge, dat afscheiding van druppeltjes niet mogelijk is, liet spreker een voorbeeld van die emulsie zien, door aan water, met wat Arabische gom bedeeld, olie toe te voegen en dit mengsel te schudden, waarvan het gevolg was, dat

de olie niet kwam bovendrijven, maar zich fijn verdeelde door de geheele massa en daaraan eene wit troebele kleur gaf. Een voorbeeld van zulk eene emulsie is ook de melk, waarin de boterdeeltjes in gesmolten toestand in de vloeistof zweven.

Eindelijk hebben wij nog de koolhydraten te beschouwen, evenals de vetten bestaande uit koolstof, waterstof en zuurstof. De naam van deze bijna uitsluitend aan planten eigen voedingstoffen klinkt wel wat barbaarsch, maar wij zullen er spoedig mede vertrouwd raken, als wij de verschillende soorten de revue hebben doen passeren. Vooreerst komt hier in aanmerking de ongenietbare *cellulose* of cellenstof, niets anders dan de wanden der plantencellen. Dat die cellulose zeer veel kwaad kan doen in het plantenvoedsel, wanneer het niet zoodanig is toebereid, dat elk cellenwandje is gescheurd, springt zeker in 't oog; evenals de reden duidelijk is, dat vele menschen sommige plantenkost niet verdragen kunnen. Hoe kostbaar zetmeel en eiwit ook zijn, als de onoplosbare cellenwand aan die stoffen de aanraking met de spijsverteringsvochten verbiedt, dan komt er niets van hunne voedende kracht ten bate van het ligchaam.

Brouwt de cellulose dus veel kwaad, van groote beteekenis voor het voedsel is ons tweede koolhydraat, het *zetmeel*. Spreker gaf ons een voorbeeld van zetmeel, door tarwemeel in eene doek uit te kneeden. De uitdruipende witte vloeistof laat dan kleine korreltjes op den bodem van het vat bezinken, die den inhoud van de straks genoemde cellen uitmaken. Zietdaar de stijfsel of het zetmeel uit de tarwe. Als men dezelfde bewerking op meel van aardappelen toepast, verkrijgt men aardappelen-(zet)meel. En zoo zijn er tal van variëteiten van zetmeel, waarvan de korreltjes meest herkenbaar zijn aan den

eigenaardigen vorm. Stijfsel, sago, arrow-root, aardappelmeel zijn verscheidenheden van zetmeel. Die stoffen zijn slechts schijnbaar oplosbaar in warm water. De deeltjes zwellen slechts tot veelvoudige grootte op, maar blijven overigens onopgelost.

Het derde koolhydraat is de welbekende oplosbare gom en eindelijk n°. 4 de oplosbare suiker, waarvan wij later nog meer zullen hooren. Spreker had de overige voedingstoffen met den algemeenen naam van «de rest» bestempeld. Dit is volstrekt geen bewijs van minachting. Integendeel. Zij dragen wel niets bij tot de eigenlijke voeding, maar zij geven onder anderen de geur en den smaak aan de spijzen en bevorderen den eetlust. Immers, de nu behandelde stoffen, als zetmeel, eiwit, vet enz., hoe uitmuntend ook met elkaêr gemengd, zouden eene spijsbrei geven, die ons volstrekt niet bekomen zou. Zonder specerijen en meer andere stoffen, welke reeds in de voedingsmiddelen aanwezig zijn of daaraan worden toegevoegd, worden de spijsverteringssappen niet opgewekt tot medewerking en de spijsvertering gaat dan moeijelijk in 't werk. Men kent het watertanden, als men met eene hongerige maag eene lekkere spijs voor zich heeft. Niet alleen de speekselklieren worden dan actief, maar ook de maagsapklieren, die er zich reeds op voorbereiden, de uitlokkende spijs van het verterende maagsap te voorzien.

Op de tabel wees spreker ons nog het Liebigs-vleeschextract. Men verbeelde zich toch niet, dat dit hoog geroemd extract zijne reputatie ontleent aan het rijk gehalte van voedingstoffen. Ze zijn er bijna niet in vertegenwoordigd. Het bevat hoegenaamd geen eiwit, maar bijna uitsluitend extractief-stoffen, die wij daareven den algemeenen naam van «rest» gaven. Als stof om arbeid te

doen verrigten, bezit het vleesch-extract dus geene waarde; daarentegen wel om vermengd met andere spijs te worden gebruikt en deze dan beter te doen bekomen.

Hoeveel heeft nu een mensch van al die voedingstoffen wel noodig om gezond te leven? Het spreekt van zelf, dat hier slechts een algemeen antwoord verwacht mag worden, met het oog op eene normale type van den mensch en met wegdenking van velerlei bijzondere omstandigheden. Als men het zoo opvat, gebruikt een krachtig mensch, bij matigen arbeid, in 24 uur: 2½ liter water (vrij en als voornaam bestanddeel van de spijzen); 24 gram anorganische zouten (waaronder keukenzout, dat opzettelijk wordt toegevoegd); 118 gr. eiwitstoffen; 90 gr. vetten en 443 gr. koolhydraten. Spreker had die hoeveelheden juist afgewogen in verschillende flesschen, waardoor wij een aanschouwelijk overzigt kregen van 'tgeen een arbeider zoo ongeveer in 24 uur noodig heeft, om zijn dagelijksch gewigtsverlies te dekken.

De volgende keer zou spreker de reeds hierboven aangestipte punten behandelen. Bij 't scheiden uit den *Diligentia*-kring was men het hierover weêr vrij algemeen eens, dat de heer Brester zijne reputatie van de moeijelijkste stof duidelijk en ook voor leeken bevattelijk te kunnen voordragen, op schitterende wijze had gehandhaafd.

III.

Hoe worden de voedingstoffen bestanddeel van ons ligchaam? Deze vraag had dr. Brester zich ter beantwoording gekozen, als vervolg van zijne verhandeling over de voeding. Het is ons nu reeds duidelijk geworden,

hoe de ligchaamsdeelen voortdurend stof verliezen en hoe dat stofverlies gestadig hersteld moet worden door steeds vernieuwden aanvoer van voedsel. Wij kunnen niet met de oogleden knippen, of er verbranden eenige deeltjes van ons ligchaam; het bewegen van de vingers over de piano, het gebruik maken van beenen en armen, al die functiën gaan gepaard met eene kolossale verbranding en al die verbrande gedeelten moeten telkens en telkens vernieuwd worden door aanvoer van nieuwe voedingstof.

Die nieuwe voedingstof komt overal, waar zij noodig is, door tusschenkomst van het bloed. Het bloed is eene roode vloeistof, die hare kleur ontleent aan de bloedschijfjes, welke in talrijke millioenen in elken droppel van de min of meer geelachtige vloeistof ronddrijven. De roode ligchaampjes, eene eiwitachtige stof, die door eene ijzerhoudende verbinding rood gekleurd is, zijn als de dragers van de zuurstof te beschouwen, terwijl de geelachtige vloeistof, waarin zij drijven, de voedingstoffen opgelost houdt en hoofdzakelijk bestaat uit water, eiwit, kleine hoeveelheden zouten, suiker en vetachtige stoffen.

Dit bloed, dat overal door het ligchaam stroomt in eene hoeveelheid (gemiddeld) van 5 liters of $^1/_{13}$ van het ligchaamsgewigt, is overal in vaten besloten, zoodat het nergens direct met de buitenwereld of met de weefsels in aanraking komt. Door die vaten stroomt dat bloed onafgebroken voort, dank zij eene kracht, die voornamelijk haar oorsprong heeft in het hart. Op groote schaal, in eene ruwe maar duidelijke teekening, verklaarde spreker den bloedsomloop: hoe het bloed, door zamentrekking van de wanden der linker-hartekamer, geperst wordt door eene der twee openingen van die kamer, in eene buis, die de groote ligchaams-slagader heet, en waarvan de naar binnen slaande kleppen als sluisdeuren het uit de kamer

stroomende bloed doorlaten; hoe te gelijk de tweede opening, gemeenschap hebbende met den linkerboezem, bij de zamentrekking van de kamer, door de ook daar aanwezige kleppen gesloten wordt en het bloed dus maar één uitweg heeft, nl. door den straks genoemden grooten ligchaamsslagader; hoe onmiddellijk daarna, door den daarop volgenden hartslag, de wanden van de linkerkamer weêr uitzetten, de geopende kleppen aan de opening van den slagader digtslaan, waardoor het even te voren uit de kamer gestroomde bloed belet wordt terug te keeren, terwijl te gelijkertijd de kleppen aan de andere opening, leidende naar den linkerboezem, geopend worden en toegang voor een nieuwen bloedstroom verschaffen; hoe de klopping van het hart (bij volwassenen gemiddeld 72 maal in eene minuut) den polsslag veroorzaakt, die den stroom bloed, welken wij daareven de linkerkamer zagen verlaten, drijft door den grooten ligchaams-slagader naar de takken of slagaderen, waarin de groote buis zich verdeelt; hoe die slagaderen, naar de verschillende ligchaamsdeelen loopende, daar al fijner en fijner zich in tallooze slagadertjes verdeelen, die eindelijk zoo fijn worden, dat het sterkst gewapend oog ze ter naauwernood kan ontdekken; hoe eindelijk die tallooze fijne buisjes doordringen in de weefsels, al die deelen omstrengelen en overgaan in een net van haarvaten; al fijner en fijner verdeelt zich dus het bloed door die tallooze fijne buisjes, en als men er in slaagt die verder te vervolgen, ziet men ze weêr zamenloopen tot allengs meer zigtbare buisjes, tot er eindelijk weêr takjes uit te voorschijn komen, ter onderscheiding van de slagaderen, aderen genoemd.

Intusschen heeft er in het bloed eene merkwaardige verandering plaats gehad. In de slagaderen was de vloeistof helder rood; in de aderen gekomen is die fraaije

kleur vuil en paarschachtig geworden. Maar niet alleen de kleur is veranderd; ook in zamenstelling openbaart zich een groot verschil. Het zuurstofgehalte van het slagaderlijk bloed is in het aderlijk bloed zeer verminderd en vervangen door een ander gas, het koolzuur. Spreker liet ons de kleursverandering zien, die het bloed ondergaat, wanneer men het beurtelings met zuurstof en met koolzuur in aanraking brengt. Maar dat is nog niet alles. Ook de voedende bestanddeelen, de eiwitachtige, de vetachtige en de suikerdeelen, zijn in het aderlijk bloed verminderd en nu gedeeltelijk vervangen door andere stoffen, o. a. door ureum. Het is dus klaar, dat het frissche slagaderlijk bloed bij zijn doorgang door de haarvaten bedorven is.

Uit al de ligchaamsdeelen komt in dien staat het aderlijk bloed, d. w. z. het bedorven bloed, terug. De dunnere aderen loopen weêr te zamen in grootere aderlijke stammen, waardoor het donker gekleurde bloed naar het hart en wel naar den regter harteboezem terugkeert. De uitzetting van het hart doet het aderlijk bloed tusschen de geopende klapvliezen naar de regterkamer stroomen en bij de volgende zamentrekking verlaat het die ruimte door een nieuwen slagader, den long-slagader, die zich in twee takken splitst en het bloed naar een bepaald gedeelte van het ligchaam voert, naar de longen. Men noemt dit, ter onderscheiding van den eerst beschreven of grooten bloedsomloop, den kleinen bloedsomloop.

In die longen komt het aderlijk bloed, dat zich ook daar weêr door een uiterst fijn haarvatennet verspreidt, over niet minder dan 600 millioen luchtcellen, eene gezamenlijke oppervlakte bezittende van bijna 300 □ meter (de longen van één mensch), in onophoudelijke aanraking met de lucht. Daar geschiedt het zuiveringsproces van het

bloed; het herkrijgt daar zijne frissche, roode kleur, dank zij de verwisseling van het koolzuur, dat bij elke uitademing ontwijkt en vervangen wordt door de zuurstof van de lucht, die de mensch bij elke inademing tot zich neemt. Het aldus gezuiverd bloed komt nu weêr door de longaders in den linker-boezem, waar de kringloop op nieuw begint.

De zuivering van het bloed is hiermeê echter nog lang niet volkomen. Ook het ureum moet er nog uit verwijderd worden. Daarvoor zorgen de nieren en de zweetklieren, terwijl ook de lever nog schadelijke stoffen uit het bloed verwijdert. Zoo is dan het bloed gezuiverd en van nieuwe zuurstof voorzien; maar dan missen wij nog altijd de voedingstoffen, die in de haarvatennetten van den grooten bloedsomloop zijn zoek geraakt, en wij zullen nu zien, hoe het bloed telkens nieuw voedsel gaat halen aan den binnenwand van het darmkanaal.

Spreker was hier tot het gewigtigste onderdeel van zijn onderwerp genaderd.

Wordt de zuurstof direct als zoodanig in het bloed opgenomen, de voedingstoffen moeten bijna allen daartoe eerst eene voorbereiding ondergaan. Er is natuurlijk geen sprake van, dat in het bloed vaste voedingstoffen kunnen doordringen, want het bloed is overal en dus ook aan den binnenwand van ons darmkanaal binnen volkomen gesloten bloedvaten besloten. Het schijnt, oppervlakkig beschouwd, zelfs vreemd, dat vloeistoffen door de vaten kunnen dringen; maar bij nader onderzoek komt men tot de ervaring, dat als twee verschillende vloeistoffen door een vlies van elkander gescheiden zijn, dit vlies niet beletten kan, dat zij tot elkaêr gaan en zich onderling vermengen. Men noemt dit verschijnsel, dat ons op groote schaal vertoond werd, osmose of diffusie. Opmer-

king verdient het, dat niet alle vloeistoffen voor osmose vatbaar zijn. Uitzondering maken bv. eiwit, gom en lijmachtige stoffen.

Het brengen van de voedingstoffen in zoodanigen toestand, dat zij opgenomen kunnen worden in het bloed, is het doel van de spijsvertering. Water, zouten, suiker en alcohol hebben geene voorbereiding noodig; zij behoeven niet verteerd te worden, maar kunnen direct in het bloed overgaan. Met zetmeel, vetten en eiwitachtige stoffen is het echter een geheel ander geval; deze moeten allereerst verteerd worden, hetzij zij oplosbaar zijn of onoplosbaar, alvorens in het bloed opgenomen te kunnen worden.

De eerste verandering, die de spijzen ondergaan, geschiedt in den mond door het kaauwen, waarbij uit een zestal klieren eene groote hoeveelheid (in 24 uur gemiddeld 1½ liter of twee flesschen) speeksel wordt afgescheiden. Dat vocht werkt reeds zeer krachtig op de fijn verdeelde spijs. Wat oplosbaar is in water, wordt dadelijk opgelost en bovendien heeft het speeksel de eigenschap om het onoplosbare zetmeel te veranderen in oplosbare suiker, die verder geene voorbereiding behoeft om in het bloed opgenomen te worden. Met het zetmeel zullen wij dus klaar komen, dank zij het doeltreffende kaauwen, een der hoofdvereischten voor eene goede en geregelde spijsvertering. Opmerking verdient intusschen, dat gekookt zetmeel veel gemakkelijker in suiker verandert dan ongekookt. Daarom wordt ook o. a. het plantaardig voedsel gekookt.

In den mond kan men de spijs nog beheerschen; maar heeft men ze ingeslikt, dan wordt ze door onwillekeurige zamentrekking van den slokdarmwand voortgedreven, tot zij in de maag aanlandt.

Tot dusver geschiedde het proces vrij vlug; maar in

den krommen zak, maag genoemd, gekomen, sluit zich de portier, d. w. z. de opening in de maag tegenover de uitmonding van den slokdarm; de spijsbrei van een goed middagmaal blijft dan wel 3 à 5 uren in de maagholte, vóór de portier zich opent om het laatste gedeelte van het voedsel zijn weg te laten vervolgen. Wat geschiedt er nu in die maag? Vooreerst wordt daar de werking van het speeksel op het zetmeel voortgezet. En ten andere komt daar uit tal van kleine gaatjes, even zoo vele mondjes van kleine blinde buisjes (kliertjes) in den maagwand, een zuur sap vloeijen, maagsap genaamd, dat niet op zetmeel werkt, maar op de eiwitachtige stoffen, en wel van dien aard, dat die stoffen worden omgezet, in eene vloeistof, welke de eigenschap bezit om door osmose te kunnen worden opgeslorpt. De werking van dat maagsap heeft men bij patiënten, die een maagfistel hadden, zeer duidelijk kunnen gadeslaan. De maagkliertjes bleven werkeloos en de maagwand droog, als er geen voedsel werd aangevoerd, maar zoodra er spijsbrei of eenig ander voorwerp in de maagholte kwam, werd de massa onmiddellijk uit de kliertjes bevochtigd.

De hoofdbestanddeelen van dat maagsap, waarvan de mensch in 24 uur minstens 6 liters afscheidt, zijn water, zoutzuur en pepsine, die te zamen een buitengewoon oplossend vermogen op het eiwit en ook op lijmstoffen uitoefenen. Door jeugdige biggen te laten vasten, aan de beestjes in dien hongerigen staat een voor biggen delicieus geregt voor te zetten, waarvan zij watertanden, en ze dan onmiddellijk te dooden, verzamelt men bij het opereren van de maag eene groote hoeveelheid pepsine, die weêr uitmuntend kan gebruikt worden, om bijv. de slechte spijsvertering van sommige menschen aan den gang helpen.

Spreker bereidde kunstmatig maagsap door het bij elkaêr

brengen van de zelfstandigheden op de temperatuur van het bloed. Een stukje biefstuk, in die vloeistof gelegd, droeg reeds na verloop van een half uur de duidelijke sporen van vertering. De practische wenk, bij deze proef gegeven, dat zeer warm drinken, onmiddellijk na het gebruik van spijs, de werking van de pepsine en daardoor de spijsvertering belemmert, moge wel behartiging vinden.

Het maagsap komt natuurlijk voort uit het bloed, dat, zoodra er spijzen in de maag komen, in enorme massa's naar de maag stroomt. Van daar waarschijnlijk de oorzaak van het gevoel van honger, dat zich openbaart bij vasten, als er geen bloed naar de maag stroomt. Dat stroomen van bloed in die rigting geschiedt natuurlijk ten koste van de overige ligchaamsdeelen, die, terwijl men eet, minder bloed ontvangen: reden waarom men de andere deelen van het ligchaam dan niet moet inspannen. „Eene volle maag studeert niet graag", zegt het spreekwoord, en dat is volkomen juist. Gedurende de spijsvertering kan er niet gelijkertijd ook naar de hersenen veel bloed worden afgevoerd.

Eene volle maag loopt ook niet graag, om dezelfde reden. Dat laat zich physiologisch zeer goed verklaren, als die verklaring nog noodig was. De dieren, die, als zij er kans toe zien, na het eten gaan slapen, leeren ons hier wijsheid. Toch schijnt voor den mensch na het eten eene matige beweging beter te werken dan het zoogenoemde middagdutje.

Naar aanleiding van den rijkdom van de maag aan bloed gedurende de spijsvertering, werd nu de vraag besproken, hoe het bloed onder bepaalde omstandigheden zich zoo verschillend door de onderscheiden organen naar mate van hunne behoefte verdeelen kan.

Met de beantwoording van deze en andere vragen heeft zich vooral verdienstelijk gemaakt de onlangs overleden Fransche physioloog CLAUDE BERNARD, die vooral ook op het gebied van de spijsvertering de wetenschap van de physiologie zeer aan zich verpligt heeft. Spreker bragt een warm woord van hulde aan 's mans nagedachtenis.

CLAUDE BERNARD toonde aan, dat de millioenen buizen, waardoor het bloed door het ligchaam stroomt, allen onder beheer staan van spieren en van zenuwen. Een zijner gewigtigste ontdekkingen was die van de vasomotorische zenuwen, die de spieren van de bloedvaten den prikkel meêdeelen, waardoor die vaten door van wijdte te veranderen het bloed in de juiste hoeveelheid doen stroomen naar de deelen, van waar de roepstem komt.

Naar aanleiding van deze ontdekking heeft men ook o. a. den invloed leeren kennen van de inspanning der hersenen op de bloedsverdeeling. Een professor in Italië heeft een glazen omhulsel uitgedacht, waarin iemand den arm kan steken. Van onderen is het glas gesloten, van boven insgelijks door een band of ring van caoutchouc. Verder is dit glazen arm-omhulsel gevuld met water en draagt een dun glazen buisje, dat omgebogen is en waardoor het water kan worden afgevoerd. Het stroomen van het bloed naar den arm werd nu duidelijk waargenomen aan het kleine buisje, waarin het water steeg. Door het vullen van de aderen met bloed was natuurlijk het volumen van den arm uitgezet en de ruimte tusschen den arm en het glazen omhulsel kleiner geworden, met het noodzakelijk gevolg dat het water moest gaan rijzen.

Een zijner zoons liet de proefnemer beurtelings Grieksch en Latijn studeren, terwijl die jonkman den glazen met water gevulden toestel aan den arm droeg. Bij het Grieksch

zakte het water, bij het Latijn steeg het: wel een bewijs dat Grieksch moeijelijker is en de hersenen meer inspant dan Latijn.

De spijsbrei verlaat thans door den portier de maag en treedt in de dunne darmen, waar het belangrijkst gedeelte van het proces der spijsvertering plaats grijpt en die ook, even als de maag, voortdurend eene zacht schommelende beweging onderhouden ter bevordering van de spijsvertering. Bij hun intreden in de dunne darmen zijn het zetmeel en het eiwit reeds grootendeels verteerd, m. a. w. verkeeren in een toestand, dat zij in het bloed opgenomen kunnen worden. Het vet daarentegen is nog intact gebleven. Thans worden echter dadelijk aan het begin van den zeer langen ineengekronkelden dunnen darm (bij den mensch ongeveer 7 maal langer dan het ligchaam) twee nieuwe sappen afgescheiden: de gal en het alvleeschsap. Van de gal worden in 24 uren $1\frac{1}{2}$ liters, van het alvleeschsap 4 liters afgescheiden. Het eerste is een tamelijk dik, groenachtig vocht, dat wij reeds eene rol hebben zien spelen bij de zuivering van het bloed. Het wordt namelijk uit het bloed door de lever afgescheiden. Nu zien wij de gal ook verterend werken op het vet, met dien verstande dat er eene emulsie in de vetdeelen ontstaat, waardoor het vet in uiterst fijn verdeelden toestand door de allengs meer oplossende spijsmassa verspreid en daar gesuspendeerd wordt gehouden. Een klein gedeelte van het vet wordt daarbij ook in oplosbare zeep veranderd.

Eindelijk bezit het alvleeschsap het verterend vermogen van de drie reeds besproken sappen te zamen. Het verteert zetmeel in suiker en werkt ook oplossend op eiwit; maar bovenal oefent het invloed uit op het vormen van emulsies. Alles wat nog verzuimde te ver-

teren in den mond of in de maag, wordt door het alvleeschsap aangetast. Ten slotte komt nog in geringe hoeveelheid een vijfde vocht, het darmsap, de spijsvertering voltooijen.

De verteerde spijsbrei is thans geschikt om in het bloed te worden opgenomen. De dunne darm moeten wij thans wat nader van binnen en van buiten bezien, want hier geschiedt het groote proces van het opnemen van de voedingstoffen in het bloed. De fluweelachtige binnenwand is van zeer kleine vlokjes of haartjes voorzien, om het oppervlak zoo veel mogelijk te vergrooten. Die fijne haartjes worden omspoeld door de natte spijsbrei. Buiten den darm nemen wij vooreerst het vliezige darmscheil waar, dat de darmen aan elkaêr en aan de buikholte bevestigt, waardoor een hecht verband ontstaat, dat de zoo gevaarlijke kronkelingen of instulpingen in den langen darm voorkomt. Maar het darmscheil verrigt nog eene andere, niet minder gewigtige functie.

Het vlies is de drager van de bloedvaten, die in immense hoeveelheid naar de darmen loopen, zich over het vlies in alle rigtingen vertakken, tot al die steeds fijner en fijner zich verdeelende bloedvaatjes den buitenwand van den darm bereiken, daartegen opkruipen en in den darmwand dringen, waar zij zich aan de binnenzijde over de door voedingsap rijkelijk omspoelde vlokjes verspreiden. Daar loopen die bloedvaatjes niet dood; zij vervolgen hun weg, en na het bloed voldoende gelegenheid te hebben gegeven, om door osmose de voedingsappen op te nemen, verlaten zij meer gezwollen en met eene andere kleur den darmwand weêr, om naar het groote reservoir, het hart, terug te keeren.

Een geheel nieuw vocht vraagt thans nog even onze aandacht, eene kleurlooze vloeistof, besloten in de wei- of

lymphvaten, die uit alle weefsels ontspringen, zonder dat zij, zooals de bloedvaten, uit de vertakkingen van andere weivaten gevoed worden. Waar zij uit de darmen ontspringen, noemt men ze chylvaten. Bij het gebruik van spijs blijkt het, dat ook die vloeistof voedsel opslorpt, voornamelijk vetkogeltjes, waarschijnlijk door eene fijne opening aan het eind van de chylbuisjes, daar het vet voor eigenlijke osmose niet vatbaar is. De van vetdeeltjes bezwangerde chyl loopt dan door de tallooze vaatjes te zamen met de wei in steeds breedere buizen naar de eenige plaats, waar de bloedaderen eene opening hebben, namelijk in den linker ondersleutelbeensader, waar de wei zich droppelsgewijze met het bloed vermengt.

Wij zijn nu zoo gelukkig geweest om het voedsel op den voet te kunnen volgen, tot wij het in het bloed zagen doordringen. Thans wordt het moeijelijker het voedsel na te gaan, nu het met verbazende snelheid door het bloed in zijn kringloop naar en door de ligchaamsdeelen wordt meêgevoerd. Wij hebben gezien, hoe het voedsel en de zuurstof in het bloed komen en hoe het verder door de longen, de nieren, de zweetklieren en de lever van zijne schadelijke bestanddeelen gezuiverd wordt. De volgende reis beloofde spreker de vraag te behandelen, hoe dat bloed kracht geeft aan het ligchaam en op welke wijze de daarin opgenomen voedingstoffen verder aan het doel beantwoorden.

IV.

De spreker uit Delft, die zijn aanzienlijk gehoor reeds drie avonden even nuttig als aangenaam over het belangwekkende onderwerp van de voeding had bezig gehouden,

behandelde in zijne laatste voordragt, die onmiddellijk aan de vorige aansloot in de eerste plaats de belangrijke vraag, *hoe de voedingstoffen aan haar doel beantwoorden.* Als grondslag en tevens als leiddraad voor hetgeen nog volgen moest, had de heer BREESTER de volgende ontwerp-begrooting met memorie van toelichting opgemaakt.

Voorbeeld eener begrooting van de dagelijksche *inkomsten* en *uitgaven* van een krachtig man bij matigen arbeid.

Inkomsten.		*Uitgaven.*	
Zuurstof	700 gram.	Koolzuur . . .	950 gram.
Water	2500 "	Water	2826 "
Eiwitstoffen . .	118 "	Ureum.	35 "
Vet.	90 "	Minerale zouten	24 "
Koolhydraten .	443 "	Rest	40 "
Miner. Zouten	24 "		
Prikkels	Memorie.		
Totaal der Ink.	3875 gram.	Tot. der Uitg.	3875 gram.

Al dadelijk trekt het de aandacht, dat deze begrooting uitmuntend sluit. Het spreekt ook wel van zelf, dat een volwassen, gezond en krachtig mensch in gewigt onveranderd moet blijven. Maar al wegen inkomsten en uitgaven precies tegen elkaêr op, daaruit volgt nog niet, dat ook 's menschen zamenstelling precies dezelfde blijft. Toch moet ook dit het geval zijn, natuurlijk in 't ruwe gesproken. Immers dezelfde elementen worden in dezelfde hoeveelheid aan weêrszijden van het budget teruggevonden.

Hoe onderzoekt men nu zulk eene begrooting? Dat is waarlijk zoo gemakkelijk niet. Eene Indische rekening moge, zooals nog onlangs bleek, moeijelijk te doorgron-

den zijn, ons eigen huishoudentje te begrijpen is nog vrij wat lastiger probleem.

Al onze inkomsten en uitgaven geschieden door tusschenkomst van het bloed. Wat de inkomsten betreft, wij herinneren ons dit nog van de vorige lezing; de osmose, die bij het opnemen van de voedingstoffen in het bloed de belangrijkste rol speelt, treedt wederom als krachtige factor op, wanneer water, ureum en minerale zouten eerst ons bloed en daarna ons ligchaam weêr verlaten. Slechts de als rest vermelde uitgave is (nog met wat water en minerale zouten vermengd) niet van het bloed afkomstig. Zij bestaat uit het onverteerde gedeelte van ons voedsel.

Hoe worden de hier boven opgesomde posten van het budget besteed, m. a. w. waar blijven zij, waartoe dienen zij en van waar zijn de uitgaven ten slotte afkomstig? Deze vragen zijn gemakkelijker te stellen dan te beantwoorden. Tot heden volgden wij de voedingstoffen op den voet, maar eenmaal in het bloed opgenomen, schijnen zij den navorscher het *nec plus ultra* toe te roepen. Met verbazende snelheid stroomen de fijn verdeelde voedingstoffen door de haarvaten-netten naar alle deelen van het ligchaam en schijnen daar zoek te raken, want het bloed, dat van slagaderlijk aderlijk is geworden, bevat nu veel minder van die voedingstoffen en in plaats van zuurstof koolzuur. Dat die stoffen door osmose de haarvaten verlaten, is gereedelijk aan te nemen; maar dit verklaart nog niet, hoe dat verdwijnen van die voedingstoffen gepaard gaat met de vorming van koolzuur en waar dus eigenlijk die koolzuurvormende verbranding plaats grijpt. Deze kan in de weefsels geschieden, die door de bloedvaten omstrengeld zijn; maar het is ook mogelijk, dat het proces plaats heeft in het blastema, de vloeistof die de weefsels doortrekt; en ein-

delijk is er nog eene derde hypothese, dat de foyer van de verbranding het bloed zelf is.

Als het waar is, dat onze weefsels zelf verbranden, is het dan niet vreemd, dat onze toch bijna geheel uit water en eiwit bestaande spieren, als zij zich inspannen, het ureum-gehalte van het bloed onveranderd laten en dus (daar ureum het eigenaardig verbrandingsproduct der eiwitstoffen is) hare eiwitstof zorgvuldig bewaren?

De onderstelling van Liebig, dat eiwitstoffen onmisbaar zijn voor de verrigting van mechanischen arbeid en dat dus voor een arbeider een rijkelijk gebruik van die stoffen is aan te bevelen, werd door proefnemingen gelogenstraft. Zij leerden integendeel, dat in de eerste plaats de koolhydraten en de vetten bij krachtigen ligchaamsarbeid verbranden en dat eerst bij volkomen ontstentenis van deze stoffen in het voedsel ook het eiwit verbrandt en alleen in dat geval de ureum-productie vermeerdert. Bij afwezigheid van alle drie de hoofdbestanddeelen van ons voedsel, als noch vet, noch koolhydraten, noch eiwit aan het bloed worden toegevoegd, m. a. w. in den staat van hongerlijden, moeten de eigen weefsels er aan gelooven. Dan geschiedt in ons ligchaam hetzelfde proces als in eene olie-lamp. Zoolang de pit (het weefsel) gedrenkt wordt door de olie (vet enz.), blijft zij ongedeerd; maar houdt de aanvoer van brandstof op, dan wordt de verbranding voortgezet ten koste van het katoenen weefsel.

Deze voorstelling, dat onze weefsels geene eigen stofwisseling hebben, verklaart echter niet het feit, dat op de uitgaven steeds eene constante hoeveelheid ureum of eiwitproduct voorkomt. Wij moeten hier dus wel aannemen, dat onze weefsels die eiwitstof vormen, al blijft het dan ook een raadsel, dat er van die weefsels niet meer verbrandt, m. a. w. dat er niet meer ureum wordt geproduceerd bij

krachtiger werkzaamheid van de spieren en blijkbare toeneming van het verbrandingsproces.

Dat eiwit dus de meest onmisbare voedingstof is, ligt voor de hand. Immers ons ligchaam kan niet leven zonder ureum-productie en dat ureum kan slechts van eiwitstoffen, zij het ook ten deele door gelatine geholpen, afkomstig zijn. Vetten of koolhydraten (zetmeel) zijn de beste voedingstoffen om mechanischen arbeid te produceren, welke verrigting echter ook des noods, bij gebrek aan die stoffen, en bij vermeerderd eiwit-gebruik, door de eiwitstoffen kan worden overgenomen.

Verder het lijstje van de inkomsten vervolgende, stipte spreker ter loops aan de groote belangrijkheid van de zuurstof, die eene speciale en uitvoerige bespreking zou vereischen; voorts het water, dat in zoo aanzienlijke hoeveelheid moet worden opgenomen, omdat met de afscheiding van koolzuur en ureum door longen, nieren en huid een aanzienlijk waterverbruik zamengaat; de minerale zouten, die insgelijks moeten worden toegevoegd om te voorkomen, dat het ligchaam worde uitgeloogd. Daar het brandbare gedeelte van ons voedsel, als het verbrandt, niet alleen koolzuur en ureum, maar ook water leveren moet, zal het water, dat wij afgeven, altijd iets meer bedragen dan het water, dat wij ontvangen.

Zoo hebben wij dan een kijkje genomen in de onderdeelen van onze begrooting. Dat deze raming van inkomsten en uitgaven voor een normaal individu aan evenveel afwijkingen onderhevig is als er menschen zijn, is een uitvloeisel van den natuurlijken loop der dingen, die het menschdom bedeelt met eene oneindige verscheidenheid van smaken, neigingen, behoeften en, *last not least*, van middelen om aan die smaken, neigingen en behoeften te voldoen. Ieder volwassen normaal individu zal zich echter

wel ten doel willen stellen, als hij zijne gezondheid op prijs stelt, om zijne inkomsten gelijken tred te doen houden met zijne uitgaven. Bij een gezond mensch geldt het als stelregel: hoe meer inkomsten, des te meer uitgaven. Veroorloven zijne middelen hem daarbij eene ruime keuze van voedingstoffen, het bloed is gewillig genoeg om meer stoffen aan te nemen dan voor de voeding strikt noodig is. Het bloed is inhalig genoeg, om overvloedig voedsel niet te weigeren. Er wordt dan maar wat meer verbrand en de uitgaven vermeerderen in gelijke mate, zonder dat er aan de weefsels ook maar iets wordt afgestaan van den overvloed waarin zij baden. Verreweg de meeste menschen verkeeren echter niet in die voordeelige positie; zij zijn òf niet krachtig genoeg, òf — wat nog meer het geval is — hunne middelen veroorloven hun niet om de dagelijksche huishouding overvloedig in te rigten. Zij mogen al blij zijn, wanneer zij juist zooveel aan het ligchaam kunnen geven, als noodig is om de noodzakelijke uitgaven te dekken.

De vraag is dus van veel belang, waarvan die noodzakelijke uitgaven afhangen. Bedenken wij toch, dat 60 à 90 % van de gezamentlijke uitgaven van een arm gezin aan voedsel moeten worden besteed. Vooreerst is het duidelijk, dat hoe zwaarder de mensch is, in des te meer uitgaven hij zal moeten voorzien; evenmin behoeft het betoog, dat een lang, mager individu meer voedsel noodig heeft dan een korte, daar de eerste meer oppervlakte heeft en dus meer afkoelt; voorts hangen de uitgaven af van den meerderen of minderen arbeid, die men het zij met de spieren, het zij met de hersenen verrigt, van koude die men te doorstaan heeft: adres aan de Eskimo's, die eene enorme hoeveelheid rendieren-vleesch met traan verslinden; maar ook van andere omstandig-

heden, daar de Hottentotten en Abyssiniërs, die waarlijk over geen koû te klagen hebben, toch bekend zijn om hunne eetlust.

Voor al die individuën programma's op te stellen, waarnaar zij hunne inkomsten moeten regelen, zou een onoplosbaar vraagstuk zijn, zonder begin en zonder einde. Het ware anders eene weldaad voor den minimum-lijder, als men voor diens inkomsten een budget kon vaststellen. Maar ook hier stuit men, even als bij de meer gefortuneerden, op het bezwaar: zooveel hoofden, zooveel..... magen.

Intusschen blijft het voor den minimum-lijder van het grootst belang, om te weten hoe zijne inkomsten moeten zijn, om daaruit het meeste voordeel te putten voor zijne noodzakelijke uitgaven. Die inkomsten hangen af: vooreerst van de zuurstof van de lucht; verder van de combinatiën en variatiën der voedingstoffen, die men voedingsmiddelen noemt en den mensch worden aangeboden als een menu van allerlei spijzen en dranken. Het is merkwaardig, hoe ongelukkig wij over 't algemeen in de keuze van dat menu zijn. De belangrijkste factoren, welke die keuze bepalen, zijn onze middelen, onze eetlust, onze smaak, bovenal onze smaak. Het verstand, al was het maar een instinkt van hetgeen goed is voor de voeding, blijft daarbij in de meeste gevallen geheel buiten spel. Van daar de onoordeelkundige manier, zoowel bij de armen als bij de rijken, waar het geldt het combineren en variëren van de meest gewone voedingsmiddelen.

Het kan daarom zijn nut hebben om de voornaamste voedingsmiddelen en hare waarde wat van naderbij te leeren kennen. De waarde der verschillende voedingsmiddelen kan uit eene tabel, waarin alleen hunne procentische zamenstelling in voedingstoffen opgeteekend is, niet met

zekerheid afgeleid worden. Wij moeten bovendien ook letten op de verteerbaarheid, den prijs, den smaak, de toebereiding enz. Doen wij dat zoo veel mogelijk voor eenige voorname voedingsmiddelen. Het zal ons daarbij blijken, dat sommige voedsels, zooals eijeren bv. en bouillon, over het algemeen te hoog, andere weêr te laag worden geschat.

Wij ontmoeten al dadelijk twee groote rubrieken van voedingsmiddelen: de dierlijke en de plantaardige, waarvan de eerste, die bijzonder rijk aan eiwitstoffen zijn, de voordeelige zijde hebben van nagenoeg geheel te kunnen verteren, daarentegen het nadeel van duur te zijn. Het vleesch bekleedt onder de *dierlijke* voedingsmiddelen de eerste plaats. De voorname bestanddeelen zijn water en eiwit. Gebruikt de mensch een half kilo vleesch in één etmaal, dan heeft hij dien dag voor eiwit niet te zorgen; wil hij door vleeschvoeding ook in zijne behoefte aan vet en koolhydraten voorzien, dan heeft hij elken dag vijfmaal zooveel vleesch noodig, of eene quantiteit van $2^1/_2$ kilo. De mensch kan het daarop houden, want zijne uitgaven zullen bij die voeding behoorlijk gedekt worden. Het is echter eene andere vraag, of iemand zich aan deze *par force* vleeschkuur zal willen of kunnen onderwerpen en — zoo hij al dien sterken wil heeft — of hij die kuur lang zou kunnen volhouden. Zoo is het ook met de overige voedingsmiddelen, die geen van allen uitsluitend gebruikt kunnen worden, daar zij altijd òf te veel van de eene voedingstof òf te veel van eene andere bevatten. De voedingsmiddelen moeten daarom worden gecombineerd om de voedingstoffen in de goede verhouding te kunnen aanbieden, namelijk in de verhouding, die uit de straks gegeven begrooting van inkomsten is af te leiden.

Het is louter een vooroordeel, dat de eene vleeschsoort veel meer voedende kracht zou bevatten dan de andere. In gehalte van eiwit komt alle vleesch vrij wel overeen, ook het vleesch van visschen, dat niet minder dan ons rundvleesch voedende kracht bevat, getuige o. a. de Scheveningers, die eene zeer goede gezondheid genieten, terwijl zij op zee hun arbeid verrigten en zich voeden met visch. Niet minder voedzaam is het vleesch van kruipende dieren, van slangen en kikvorschen, die zelfs vele liefhebbers vinden. Zooals bekend is, houden de Chinezen veel van honden- en rattenvleesch en zij varen er wel bij. De groote Laplace had een bijzonderen smaak in spinnen, en van onze landgenoote Anna Maria Schuurman verhaalt men de zelfde liefhebberij. Over het algemeen is mager vleesch niet zoo voordeelig als vet vleesch, want in het laatste krijgt men minder water en meer vet voor zijn geld.

Het hangt slechts van de toebereiding van de vleeschspijzen af, of bij het nuttigen daarvan de mensch het maximum van de voedende kracht tot zich zal nemen. Het streven moet zijn, om het eiwit zooveel mogelijk in het vleesch te houden. Bij het braden van het vleesch wordt het eiwit opgesloten gehouden door de korst, die zich beschermend over de oppervlakte uitspreidt. Kookt men daarentegen het vleesch om er bouillon van te bereiden, dan doet zich het verschijnsel voor, dat de eiwitstoffen, die uit het vleesch zijn getrokken, bij de kookhitte stremmen en als vlokkige vezels van eene vale onoogelijke kleur op de oppervlakte van het vleeschnat komen drijven. De heldere bouillon bevat dan niets anders dan lijmwater; kracht om weefsels te produceren zit er niet meer in. Spreker nam twee proeven met uitgekookt vleesch. Eerst liet hij het uittrekken op eene temperatuur van 50 gr., dus ver beneden de kookhitte. In de uitge-

trokken vloeistof was de eiwitstof van het vleesch voor het grootste gedeelte overgegaan. Wij zagen hier dus uitmuntend voedzaam vleeschsap bereid. Maar zoodra dit troebele sap op nieuw verwarmd en aan 't koken was gebragt, scheidde het eiwit zich in vlokken aan het oppervlak af en liet de vloeistof volkomen helder. Wanneer op die manier soep wordt bereid en de keukenmeid schept uit den pot de vuile vlokken, dan kan men er zeker van zijn dat er niet veel voedsel op tafel verschijnt. Men verzuime dan niet, eene vergoeding te zoeken in het soepvleesch, waarin eigenlijk nog de grootste kracht huist. Uit het voorgaande leide men nu de gevolgtrekking niet af, dat bouillon niet de minste waarde heeft. Het tegendeel is waar. De voedende kracht is er wel uit, maar de prikkels zijn er nog altijd in en deze werken als een uitmuntend reagens bij zieken en vermoeiden, die herstel van het zenuwleven behoeven of wier maag door prikkeling tot nieuwen eetlust moet worden opgewekt. Vóór het diner is bouillon een uitstekend opwekkingsmiddel. En gebruikt men als middagmaal eene *krachtige* soep, d. w. z. vleeschsap *met de stukjes soepvleesch er in*, dan kan men er zeker van zijn het ligchaam eene uitmuntende voeding te hebben verschaft.

In de tweede plaats werden de *eijeren* besproken als een voedingsmiddel, dat in waarde over 't algemeen te hoog wordt geschat. Zeker is het van alle voedingsmiddelen het duurste. Men verkeert in eene groote dwaling, meenende dat *één* ei gelijk staat met een half pond vleesch. De voedende kracht van deze laatste quantiteit vindt men eerst in zes eijeren. Niet minder dan 45 eijeren zou men noodig hebben in één etmaal, als men op 't idee kwam, zich alleen met dat voedingsmiddel te voeden. Eene andere dwaling is, dat een hard gekookt ei minder

gemakkelijk zou verteren dan een zacht ei. Dat is volstrekt geen axioma. Proeven hebben bewezen, dat harde eijeren minstens even gemakkelijk door osmose in het bloed opgenomen kunnen worden. Maar eijergebakken, ommeletten b. v., zijn moeijelijker verteerbaar.

Melk is zeker een voortreffelijk voedingsmiddel. Dit bewijst reeds het feit, dat melk het eenige voedingsmiddel is, 't welk het eerste levensjaar een tijd lang in staat is om geheel alleen aan de behoefte van het jeugdige individu te voldoen. Een volwassen mensch zou daartoe weêr te veel melk moeten innemen, $4^1/_2$ liter, eene massa die te veel kaas en dus ook te veel eiwit zou bevatten. Spr. kon niet nalaten, hier de dubbele vervalschings-methode van de melk-industriëlen te signaleren. Van den eersten den besten melkboer in den Haag had spreker eene hoeveelheid melk laten komen. Een in de melk gedompelde melkweger constateerde eene vervalsching met bijna $^1/_4$ water. Nu worden soms nog vreemde zelfstandigheden toegevoegd om het gepleegde bedrog zoo goed mogelijk te maskeren, maar een slimme melkboer doet zulks niet, aangezien die vreemde zelfstandigheden meestal nog al gemakkelijk ontdekt kunnen worden. Als wij nu toch bedrogen moeten worden laten de water- en melkverkoopers zich dan liefst bepalen tot de in elk geval minst schadelijke afroomings- en doopings-methode. De bedriegers en de bedrogenen zijn dan betrekkelijk nog aan den besten koop.

De *plantaardige* voedingsmiddelen zijn — ook met het oog op den minimum-lijder — zeer aan te bevelen, omdat zij over het algemeen veel goedkooper zijn. Daarentegen is hunne verteerbaarheid meestal niet zoo groot, daar zij in elk geval onverteerbare stoffen bevatten. Het *brood* staat hier verreweg bovenaan in kostelijke voedende eigenschappen. Toch blijft nog ongeveer $^1/_5$ van het eiwit uit het brood

onverteerd. Eiwit en koolhydraten treft men in het goedkoope brood in tamelijk goede verhouding aan. Als men dan in het tekort aan vet voorziet door wat boter op het brood te smeren, heeft men in boterhammen met water nagenoeg het geheele budget van 's menschen inkomsten vertegenwoordigd. Met drie broodjes klein formaat (een fluitje), elk een $^1/_2$ kilo wegende, zou een flinke arbeider zich des noods kunnen voeden. Maar een mensch kan zooveel brood op één dag niet gebruiken. Het *varietas delectat* zou zich dra doen gelden en wanneer de mensch de broodkuur wilde doorzetten, zou hij gewaar worden dat het zetten van iemand op water en brood tot de wreedste straffen behoort. Bepaalt men zich echter tot het gebruik van de helft zijner spijzen in den vorm van brood, dan zullen de meesten zich daarbij zeer goed bevinden.

In vergelijk van de Franschen, die gemiddeld 5 ons brood daags gebruiken en van den Engelschman, die met niet minder dan 4 ons tevreden is, gebruiken wij, Nederlanders, veel te weinig brood (misschien 3 ons). Dat is wel jammer, met het oog op de goedkoopte en de gemakkelijke verteerbaarheid van die spijs.

Grutten, *erwten* en *boonen* zijn insgelijks om hun eiwitgehalte zeer aanbevelenswaardige voedingsmiddelen. Hunne voedende kracht is nagenoeg op gelijke lijn te stellen met die van vleesch. Spreker herinnerde hier aan de onderzoekingen van onzen beroemden landgenoot, prof. Mulder, die de gelijkheid van de eiwitstoffen in planten en dieren bewezen heeft. De moeijelijker verteerbaarheid van grutten en boonen is echter oorzaak, dat hun voedend effect minder is dan dat van vleesch. Ook is het niet aan te raden, om zijn maal uitsluitend zamen te stellen uit grutten of erwten, daar eene te aanzienlijke hoeveelheid

(meer dan één kop) in één etmaal vereischt zou worden, om de uitgaven te compenseren.

De eenige aanbeveling van *aardappelen* is, dat zij zeer gemakkelijk verteren. Dit voordeel weegt echter lang niet op tegen de nadeelen van dit veelgeliefde voedsel van onze landgenooten. De reden van die voorliefde is volstrekt niet, dat aardappelen zoo goedkoop zijn: integendeel, eene zelfde hoeveelheid brood is veel goedkooper, ten minste als men het water niet meê wil betalen; maar het geheim ligt in de maagvulling, die met aardappelen veel beter te bereiken is dan met eenig ander voedingsartikel. Met $2\frac{1}{2}$ kop aardappelen heeft men maar half genoeg eiwit, maar de maag is gevuld. De hoeveelheid erwten, die men voor denzelfden prijs kan krijgen, zou veel meer voedende kracht aan het ligchaam schenken, maar de arbeider versmaadt dat menu, omdat het nog eene leemte achterlaat in zijne maag.

Rijst is in elk geval een beter voedingsmiddel dan aardappelen; 1870 gram rijst kan in onze dagelijksche behoefte voorzien; maar dan hebben wij ongeveer tweemaal te veel zetmeel. Rijst munt uit door verteerbaarheid.

Van de overige plantaardige voedingsmiddelen passeerden met nog een enkel woord de revue de kool, die de mensch met een cijfer van *elf* stuks (10 kilogr.) zou moeten kunnen verslinden, om in zijne behoefte van één etmaal te voorzien; de zuren en specerijen, die over het algemeen geen voldoende kracht bevatten, maar weldadig werken op het organisme.

Van de zoogenaamde vaste voedingsmiddelen stapte spreker thans af, om nog met een enkel woord de dranken te bespreken. Behalve dat van de meeste dranken de bijdrage tot de voeding zeer problematiek is, gaan wij ook hier weêr zeer onoordeelkundig in het gebruik van

die stoffen te werk, met het gevolg dat de voedende kracht, die in sommige dranken zou kunnen aanwezig zijn, tengevolge van de toebereiding en de eischen van onzen smaak verloren gaat.

In de *thee-* en *koffij*-aftreksels zijn hoegenaamd geene voedende bestanddeelen besloten. De théine en zekere aromatische olie zijn echter oorzaak, dat de thee eene weldadige werking uitoefent op het zenuwstelsel. Van de koffij zouden wij nog kunnen profiteren, wanneer wij het voorbeeld van sommige volken volgden, die de koffijboonen fijn maken tot een pap en dit koffijdeeg nuttigen. Wij versmaden echter het koffijdik, dat bij ons den zelfden weg opgaat als het boonensap, 't welk de keukenmeid als vuil water beschouwt, ofschoon daarmeê de beste bestanddeelen van de voedende boonen worden weggeworpen; den zelfden weg ook als dikwijls het soepvleesch, waarin nog een groot deel van het voedend vermogen van het vleesch aanwezig is. Geen voedzamer drank dan de *chocolaad* met zijn 20 pCt. eiwit en 50 pCt. vet, welk laatste bestanddeel de fabriekanten echter grootendeels vooraf aan de cacao ontnemen. Die vetonttrekking is misschien niet kwaad om de verteerbaarheid te verhoogen.

Des noods kan ook *alcohol* aangemerkt worden als een voedingstof. Zij wordt toch opgenomen in het bloed en door verbranding omgezet in koolzuur en water. Alcohol is echter (ook afgescheiden van de verderfelijke werking, die misbruik er van uitoefent) eene zeer slechte voedingstof, want daar dit vocht zich met betrekkelijk slechts weinig zuurstof scheikundig verbinden kan, bezit het niet veel vermogen om warmte en arbeid voort te brengen. Daarbij speelt nog de alcohol eene verraderlijke rol, daar zij in het ligchaam het valsche effect maakt van veel warmte door het jagen van het bloed naar de huid. Velen

meenen dus door het gebruik van alcohol zeer verwarmd te worden; maar de wezenlijke uitwerking van dat jagen van het bloed naar de oppervlakte van het ligchaam is eene nuttelooze verspilling van onze bloedwarmte en daardoor eene vermeerdering van onze uitgaven door het stralen van de warmte uit de huid. Te gelijker tijd jaagt de alcohol het bloed ook naar de maag, het gevoel van honger verdwijnt en de maag wordt schijnbaar verzadigd. Op den duur moet deze vermeerdering van uitgaven, gepaard gaande met eene vermindering van inkomsten, het ligchaam slopen.

De schadelijke werking van alcoholische dranken is vooral duidelijk bij jenever en dergelijk gedestilleerd, waaraan ons volk, vrouwen en kinderen meê gerekend, per hoofd jaarlijks $7\frac{1}{2}$ gld. verkwist, terwijl het aan rundvleesch nog geen $6\frac{1}{5}$ gld. besteedt. *Port* en *madera* en wijn in 't algemeen kunnen misschien in enkele gevallen versterkend werken, maar zij dragen al zeer luttel bij tot dekking onzer uitgaven. In *bier* zit wel wat meer voedsel, maar wij zouden toch daags alligt de enorme plas van plus minus 80 liters moeten drinken, om het noodige eiwit te bekomen.

Uit de voorgaande beschouwingen volgt, dat wij het noodige voedsel het best door combinatie van dierlijk en plantaardig voedsel verkrijgen kunnen. Tal van menschen evenwel, die óf alleen uit principe óf om finantiële redenen vegetariërs zijn, bewijzen dat uitsluitend plantaardige voeding ook zeer goed mogelijk is, waarbij wij echter wel moeten bedenken, dat geen vegetariër zoo consequent is, dat hij ook melk, boter, kaas of eijeren zou versmaden.

Omtrent het menu der rijkeren, in 't bijzonder der feestelijke diners en tables d'hôte, deed spreker in het voorbijgaan de vraag, of het (ten minste voor hen, voor

wie de spijsvertering als 't ware de eenige werkzaamheid uitmaakt) niet al te goed voorzien is en niet in 't bijzonder al te rijk aan eiwithoudend vleesch.

Het menu der armeren verdient in elk geval onze belangstelling veel meer. Dat deze toch zooveel mogelijk brood eten! Dan zullen arbeiders, die veel werken, b. v. met 7 ons brood, zoowat in de helft van hunne behoefte voorzien. En dat zij dan de andere helft niet aanvullen met $2\frac{1}{2}$ kilo aardappelen, maar deze, ten deele althans, vervangen door grutten, rijst, erwten en boonen. Erwten- en boonensoep, bij gebrek aan vleesch met beenderen gekookt, kunnen de maag ook vullen. Zoo zullen zij voor het zelfde geld zich beter voeden. Geen twijfel, of bij die betere liefst ook wat vettere voeding zou de verraderlijke hulp van den alcohol niet meer zoo vaak worden ingeroepen. Eene bijdrage tot de kennis van de voedingsleer, zooals de heer BREMER die gaf, zal bij velen de belangstelling in dit sociale vraagstuk levendig hebben gemaakt.

Gaan wij thans nog even aan de hand van spreker voort en werpen wij een laatsten blik op ons budget van inkomsten en uitgaven. Tot heden stelden wij ons tevreden, als de uitgaven door de inkomsten gedekt werden. In vele gevallen moet echter de balans een voordeelig saldo aan den kant der inkomsten aanwijzen.

Dat is b.v. een vereischte in de eerste jeugd. Het kind moet dan van eiwit, vet, aschbestanddeelen, water en gelatine zoo veel krijgen, dat er nog iets van die stoffen overschiet voor de vorming van de weefsels. Daar eiwit de eenige stikstofhoudende stof van ons voedsel is en onze weefsels grootendeels uit eiwitachtige stoffen bestaan, moet vooral die stof rijkelijk toebedeeld worden en zij is dan ook een der aanzienlijkste bestanddeelen van de moedermelk. Ook het vet kan een aanwinst van weefsels

geven, maar niet in die mate als het eiwit, daar eiwit wel vet, maar vet geen eiwit kan vormen. Men zou zich dan ook deerlijk vergissen, als men met vet een varken wilde vetmesten. Dat gaat uitmuntend met aardappelen en karnemelk, waarin juist geen vet meer aanwezig is.

De voeding van kinderen en nog onvolwassenen moet dus rijker aan eiwit zijn dan bij volwassenen. Toch niet al te rijk, want uitsluitende eiwitvoeding kan (waarom weet men eigenlijk niet) niet tot een batig saldo leiden, daar in dat geval al het genuttigde eiwit weêr in de uitgaven als ureum enz. uittreedt. Vet en koolhydraten mogen dus niet gemist worden. Voor zeer jonge kinderen komt slechts suiker als koolhydraat in aanmerking, daar zij geen speeksel genoeg afscheiden om het zetmeel b. v. van allerlei papkost te verteren.

Zij, die te gezet zijn naar hun zin, kunnen hun vetkapitaal vrij secuur laten wegteren. Een vet mensch spanne zich maar wat in, loope veel, trachte zooveel mogelijk op zijn eigen vet te teren, door geen vet of koolhydraten te nuttigen, maar zooveel mogelijk uitsluitend met eiwitstoffen, d. i. met vleesch, zich te voeden; het resultaat zal dan zijn, dat hij met den dag wegslinkt. 't Is echter opmerkelijk, dat zoodra hij met zijn kuur (de zg. Bantingkuur) ophoudt, de aanleg om vet te worden meestal weêr terugkomt.

Spreker was hier tot het einde van zijn cursus in de voedingsleer genaderd. Hij had vele levensverschijnselen met de operaties in een natuur- en scheikundig laboratorium kunnen vergelijken, maar meende er nu ten slotte nog even op te moeten wijzen, hoe vele van die verrigtingen tot heden nog volkomen onverklaarbaar zijn. Dit geldt ook in 't bijzonder van de wijze, waarop het scheikundig arbeidsvermogen van het voedsel, dat wij nuttigen, door

onze spieren in mechanischen arbeid schijnt te worden omgezet. Bovendien worden al die verrigtingen op nog volkomen onbekende wijze door het zenuwstelsel geregeld of veroorzaakt. Het doorsnijden van een zenuwdraadje, dat in het verlengde merg ontspringt, zal plotseling ons geheele organisme voor goed tot stilstand brengen. En toch weet niemand, wat er in dat draadje, waarvan ons leven afhangt, plaats heeft. En hoe te verklaren, dat de natuur- en scheikundige processen van onze spijsvertering door niets zoo zeer bemoeijelijkt worden als door drukkende zorgen en door niets zoo begunstigd als door eene prettige stemming?

Het bestuur van *Diligentia*, dat door den heer BREMER dank werd gezegd voor de ruime gelegenheid om de voeding breedvoerig te bespreken, en de leden met hunne dames zijn den populairen redenaar zeer verpligt voor zijne viertal schoone voordragten.

IV.

Dr. L. MULDER:

De cirkelgang der stof op Aarde.

I.

DE KRINGLOOP VAN HET WATER EN DE ONVERBRANDBARE STOF.

«En de Aarde was woest en ledig» — met dezen aanhef van het Bijbelsch Scheppingsverhaal opende Prof. L. MULDER zijne voordragt over het hierboven genoemd onderwerp. Verder vernemen wij uit het in *Genesis* opgeteekende, dat de Aarde, met alles wat daarop is, in zes dagen werd geschapen. Hoe dat geschiedde en welke tijdperken van eeuwen aan eeuwen onder die perioden van dagen verstaan moeten worden, leerde ons sedert de geologische wetenschap. Het ontwikkelingsproces van de Aarde wijst ons heen naar eene oorspronkelijk vaste korst, omgeven door een dampkring, die al het water bevatte, wat tegenwoordig op de Aarde voorkomt en zeer rijk was aan koolzuur. Onder den invloed dier omhullende laag werden de harde korst verweerd, haar oppervlak verbrokkeld en vergruisd en de tot puin, gruis, grint en slib vervormde steenmassa's, mede door de inwerking van het licht, veranderd in de tegenwoordige bouwbare

aarde. Slechts eene enkele greep zou spreker doen in dit uitgestrekte veld van de wisselwerking der stof: hij wenschte in breede trekken den invloed te schetsen van lucht, licht en water op dat gedeelte van onze aardkorst, dat onverbrandbaar is, duidelijker uitgedrukt, 'twelk bij verbranding asch achterlaat. In het tweede gedeelte van de voordragt stelde spreker zich voor, de wisselwerking na te gaan van de verbrandbare of organische stof.

Ons dus voor heden bepalende tot de anorganische stoffen van onze Aarde, gaan wij, door spreker voorgelicht, terug naar de tijden, toen de Aarde zich voordeed als eene vaste korst, waarop de bestanddeelen van den haar omhullenden dampkring in den loop van duizenden en duizenden jaren voortdurend eene verwerende werking uitoefenden. Alvorens tot de kennis te komen van den aard dier verwering en van de stoffen, die aldus uit de atmosfeer in de Aarde overgaan, is het noodig de zamenstellende deelen van de ons omringende luchtlaag wat van naderbij te beschouwen. Dat zij in hoofdzaak bestaat uit stikstof en zuurstof, in verhouding van 5 : 1, is bekend; ook dat daarnaast eene kleine hoeveelheid koolzuur, eene nog geringere quantiteit ammonia en verder waterdamp in de lucht worden aangetroffen. Bij de verwering oefent vooreerst de zuurstof een grooten invloed uit. Wij zien daarvan dagelijks tal van voorbeelden. Een hoop bladeren in de open lucht ondergaat langzaam maar gestadig allerlei veranderingen en omzettingen, in gedaante, kleur en volumen, het gevolg, hoofdzakelijk, van de inwerking der zuurstof uit de lucht, die de blaêren een rottings- of verbrandings-proces doet ondergaan. Het volumen wordt gestadig kleiner en van de geheele massa blijft ten slotte slechts een klein hoopje asch of onverbrandbare stof over.

Volkomen hetzelfde geschiedt met andere stoffen, b. v. ijzer, dat, aan vochtige lucht blootgesteld, de zuurstof daaruit opneemt, aan de oppervlakte en eindelijk geheel oxydeert, of — zooals men het in 't dagelijksch leven noemt — roest. Het spreekt van zelf, dat zuivere zuurstof aan die verbrandings-processen een sneller verloop geeft. Spreker toonde dit met eenige schitterende voorbeelden, door het verbranden van staal, phosphorus en magnesium in eene flesch met zuivere zuurstof. Wat hier in eenige oogenblikken geschiedde, heeft in de natuur op groote schaal en in groote tijdsruimte plaats.

Naast de zuurstof treedt de zich tot water verdigtende waterdamp op als een vermogende factor van het verweringsproces. De alomtegenwoordigheid van waterdamp in den dampkring en de invloed van die stof op aardsche voorwerpen liet spreker ons zien, door een balans, waarop een met zwavelzuur gevuld bekerglas op de eene schaal geplaatst was, in den evenwigtstoestand te brengen. Aan het eind van de voordragt was de balans aan den kant van het zwavelzuur belangrijk overgeheld, een bewijs dat de inhoud van het bekerglas door opslorping van water uit de lucht in gewigt was toegenomen. Straks zullen wij zien, hoe dat water op reusachtige schaal op de vergruisde rotsmassa's inwerkt.

Koolzuur bevat de dampkring slechts in betrekkelijk kleine hoeveelheid. In normale lucht beslaat die stof slechts $^1/_2$ duizendste deel van het volumen. Vroeger moet de lucht eene veel grootere hoeveelheid koolzuur bevat hebben. Immers de tegenwoordige uitgestrekte steenkolenlagen zijn de omzettingen van de vroegere ur-bosschen en van het hout dier bosschen is het voorname bestanddeel de koolstof, die eerst in den vorm van koolzuur in den dampkring aanwezig moet zijn geweest. Maar in hoe geringe hoe-

veelheid dan ook, koolzuur is altijd in de lucht aanwezig. De bekende proef met helder kalkwater, dat, aan de lucht blootgesteld, door de vorming van koolzure kalk troebel wordt, toonde dat helder aan.

Zoo heeft onze aardkorst door de eeuwen heen voortdurend de inwerking ondervonden van de zamenstellende deelen van den dampkring: zuurstof, waterdamp, koolzuur en ammonia. Wat met onze oude huizen geschiedt, als zij niet worden onderhouden, maar aan weêr en wind zijn blootgesteld, gebeurde ook met de vaste rotsmassa's. Onder den invloed dier verwering van lucht en licht verbrokkelden die rotsen tot puin, grint en gruis; het gruis werd eindelijk slib en het water voerde die vervormde massa's van de hooger gelegen bergen naar de lagere streken, om ze daar af te zetten en de aardkorst gaandeweg te overdekken met de laag, die wij tegenwoordig als de bouwbare aarde kennen.

En wat vinden wij nu in die bouwbare aarde? Al de enkelvoudige ligchamen, ten getale van circa 75 tot heden bekend, in eene reeks verbindingen, waarvan de meest verspreide in elke soort van grond voorkomen; vooreerst de zoogenaamde zuren: zwavelzuur, salpeterzuur, phosphorzuur, kiezelzuur, koolzuur en de veenzuren (in het veen en de vergane planten-overblijfselen); voorts ammonia, potasch, soda, kalk, magnesia, aluinaarde, chloor, ijzer- en mangaan-oxyde, allen stoffen, die met de zuren van de eerste reeks tal van verbindingen aangaan, als de potasch met salpeterzuur, salpeter; soda met zwavelzuur, glauberzout; met salpeterzuur, salpeter; met chloor, keukenzout; kalk met zwavelzuur, gips; magnesia met zwavelzuur, Engelsch zout; kalk met phosphorzuur, beenaarde; met koolzuur, krijt, enz. enz.

Ook arsenigzure zouten komen in de bouwbare aarde

voor, afgezet door het van de bergen stroomend water. Het met arsenicum geladen schip, dat verleden jaar in den Rijn zonk, heeft dus het *acidum arsenicosum*, dat dagelijks door die rivier wordt aangevoerd, slechts met eene kleine hoeveelheid vermeerderd. Dit incident roerde spreker ter loops aan, om het tot zijne ware verhoudingen terug te brengen.

Van de enorme massa's slib, die de van de bergen stroomende wateren medevoeren, kan men zich eene voorstelling vormen, wetende, dat de Rijn voor Bonn in 24 uur 146 000 kub. voet slib afvoert, zoodat 53 millioen kub. voet slib in een jaar de stad Bonn voorbij stroomen. Naar de berekening, dat 1 kub. voet klei de grondstof levert voor 11 tigchelsteenen, zouden van die jaarlijksche massa slib, die alleen de Rijn aanvoert, 586 millioen steenen vervaardigd kunnen worden.

Op de bewering van een Duitsch geleerde, dat «Holland ein Geschenk ist des Rheins" valt weinig af te dingen, als men weet, dat in overoude tijden de grens van de tegenwoordige Noordzee bepaald werd door de heuvelenrij van Brussel naar Maastricht, de bergen aan de oostzijde van den Rijn en de verhevenheden in Westphalen. Maar als men bedenkt, dat langs dien weg ons geheele vaderland, d. w. z. 1/15 000 van de oppervlakte der Aarde, gevormd werd; dat men, hoe diep ook borende, nog op geene enkele plaats de harde steenlaag heeft kunnen bereiken, waarop al dat slib is afgezet — dan rijst de vraag, waar blijft thans al dat slib en wat is de reden dat Nederland en andere landen, die door groote rivieren doorsneden worden, niet op meer zigtbare wijze in grootte toenemen? De zee geeft daarop het antwoord, de zee, die de grootste massa's opneemt en daarvan slechts kleine gedeelten in den vorm van schorren, kribben en duinen

teruggeeft. Zonder die zee zou Nederland waarschijnlijk reeds lang één geheel met Groot-Brittannië en Ierland hebben uitgemaakt.

De grootste massa's worden dus naar zee gevoerd en met dien toevoer van slib niet tevreden, blijft de zee voortdurend onze kusten bestoken en neemt den eenen dag weg, wat zij den anderen dag van haar slib-overvloed afstaat. Spreker herinnerde aan de geweldige watervloeden, die in onze geschiedenis het meer Flevo en vervolgens de Zuiderzee deden ontstaan, die de 72 dorpen onder het water van den Bieschbosch bedolven, die den Dollard vormden; daartegenover aan den strijd van den mensch om terrein te winnen op het water, aan de triumfen op dit vreedzaam gebied door de indijking van de Haarlemmermeer en zooveel andere meeren tot vruchtbare polders, aan de aanhechting van Ameland aan het vasteland, aan het Zuiderzee-ontwerp, waarborgende een aanwinst voor ons vaderland van eene provincie groot 176 000 hectaren, maar thans weêr door de tegenwoordige Regering ingetrokken.

Waar komt nu al dat water van daan? Natuurlijk van regen, hagel, sneeuw, daauw enz. Zien wij eerst hoeveel regen er 'sjaars gemiddeld wel valt. Het Meteorologisch Instituut te Utrecht houdt zeer juist aanteekening van den gevallen regen. In een zeer gunstig jaar (1862) viel er 987 mM., d. w. z. als men den regen had willen beletten in den grond te dringen en de laag was voortdurend blijven staan, zou zij aan 't einde van het jaar de hoogte van 987 millimeter bereikt hebben. Gemiddeld bereikt de normale regenval eene hoogte van 750 mM.

Van lieverlede en gestadig door verdampt dat water weêr aan de oppervlakte der Aarde; het pakt zich in het

luchtruim tot wolken zamen, die rondom de Aarde worden bewogen, afhankelijk van velerlei omstandigheden o. a. van den wind, die, naar de mate van zijne kracht (winddruk of windstoot), de wolken 10 à 15 meter in de seconde of wel sneller en sneller tot 45 meter in de seconde (orkaan) doet voortijlen.

Nog veel grootere factoren van de wisselwerking der stof en van den kringloop van het water zijn de planten en dieren. In enkele vlugtige trekken ging spreker die nog ten slotte na. Er is een tijd geweest, dat er geene planten op Aarde bestonden. Gaandeweg zijn uit kleine zaadjes de laagst georganiseerde plantjes ontkiemd, opgevolgd door planten van hoogere orde, die wortel schieten in den bodem en hetzij in de Aarde, hetzij onder en boven het oppervlak, hare levensfunctiën uitoefenen. De vliesvormige celletjes, waaruit de plant bestaat, gevuld met een vloeibaren inhoud, staan allen in directe aanraking met het vocht in den bodem, dat, gehoorzamende aan de wet van de endosmose en exosmose, in die cellen doordringt, met dien verstande dat de specifiek ligtere vloeistoffen steeds door de specifiek zwaardere worden aangetrokken en zich daarmeê vermengen.

Nu hebben wij straks gezien, welk eene bonte verscheidenheid van vaste stoffen in den bodem aanwezig is; wat daarvan oplosbaar is bevat het in den bodem gedrongen vocht, dat in groote hoeveelheden door de planten opgenomen wordt. Bij verbranding van de plant vinden wij die onverbrandbare stoffen dan ook weêr in de asch terug. Natuurlijk bevat de eene plaat meer potasch, de andere meer kalk of phosphorzuur, en zal men bij het onderzoek van de asch van peulvruchten, graansoorten enz. eene groote verscheidenheid in de gewigtsverhouding van de zamenstellende anorganische bestanddeelen ontdekken.

Let men nu op het handelsverkeer, op den in- en uitvoer van de producten van den bodem van het eene naar het andere land, op de hoeveelheden koffij die uit Java worden aangevoerd, op de thee uit China, de tabak uit Amerika, de granen uit Rusland, de oliezaden uit den Levant, op zoo vele andere handelsartikelen uit oost en west, die hier en elders in ontzaggelijke hoeveelheden verbruikt worden — dan wordt het duidelijk, hoe wij van oogenblik tot oogenblik bezig zijn om mede te werken tot de verhuizing van de onverbrandbare bestanddeelen der Aarde.

Een voorbeeld uit velen: het zelfde phosphorzuur, dat in China de thee deed groeijen, komt hier in de theeblâren als mest in den bodem terug en verschijnt misschien weêr als spinazie of bloemkool op onze tafels.

Dat het van groot belang is, die wisselwerking van de stof op verstandige wijze te leiden, ja dat daarvan de vermeerdering of de vermindering van den nationalen rijkdom afhangt, stelde spreker met eenige krachtige voorbeelden in 't licht. Als de provincie Zuidholland van Overijssel en Gelderland voortdurend toevoer erlangt van aardappelen, knollen en wat dies meer zij, dan verlangen de akkers van Overijssel en Gelderland nieuwen toevoer van onverbrandbaar voedsel voor die planten. Wanneer daarin niet geregeld voorzien wordt, dreigt het verband van de wisselwerking verbroken te worden. Al was het maar alleen om die reden, is het dringend noodzakelijk dat wij onze steden ruimen van de overtollige hoeveelheid bestanddeelen, de overblijfselen van wat wij uit de plantaardige en dierlijke voedsels in ons hebben opgenomen en weêr aan den bodem teruggegeven in den vorm van rottende stoffen, die o. a. de aschbestanddeelen bevatten van de stoffen, van welke zij afstam-

men — om van de gezondheidsbelangen nu eens niet te spreken.

Daaraan werden wij anders wel herinnerd door een glazen vat Prinsengracht-water, dat den geheelen avond als een even walgelijk als waarschuwend voorbeeld voor spreker op tafel prijkte, en dat, naar spreker teregt deed uitkomen, volstrekt geen aanspraak maken mag op den naam van «water».

Stappen wij nu af van de wisselwerking der stof door middel van het plantenrijk en zien wij nog even, wat het dierenrijk daartoe bijdraagt. Reeds daareven zagen wij den mensch optreden als een groot reservoir, dat veel opneemt, maar niet altijd naar evenredigheid, tot regelmatige instandhouding van de wisselwerking, teruggeeft. Daar nu de meeste dieren zich met plantaardige stoffen voeden, is het duidelijk, dat de anorganische bestanddeelen van die planten tot opbouwing en instandhouding van de ligchamen dezer dieren hebben bijgedragen. De phosphorus in de haver en het hooi gaat over in het ligchaam van paard en rund en dient daar tot opbouwing van de beenderen; het verglaassel van het gebit van een rund wijst op het vloeispaathzuur, een bestanddeel van vele mineralen en als zoodanig in den bodem aanwezig; kortom het geheele dier, met vleesch en been, huid en haar, is het product van zijn voedsel en de planten, die dat voedsel verstrekten, ontleenden hare groeijende bestandeelen weêr aan de stoffen, die, na in den vorm van vleesch en ander voedsel ons ligchaam te hebben gepasseerd, weêr voor een groot deel als mest naar den akker terugkeerden.

Dat de fantaisie hier vrij spel heeft om eene bijzonder hooge vlugt te nemen, zal uit het aangevoerde blijken. Bij dat al keert men toch altijd weêr tot de Aarde en

tot de onvergankelijke stof terug. Geen enkel stofdeeltje in de ruimte gaat verloren; allen gehoorzamen aan de Goddelijke wet van de eeuwige wisselwerking. Het Opperwezen schiep de stof en zij zal blijven bestaan, tot er door diezelfde Magt anders over worde beschikt.

Maar waar blijven dan toch de dingen hier op Aarde? Die vraag heeft Bernstein zich eens gesteld, om ze op zijne eigenaardig populaire manier te beantwoorden. De naalden bijv., die in onnoemelijke hoeveelheid in de fabrieken van Engeland worden gemaakt, waar blijven die millioenen stukjes staal? Men loopt toch niet op zeker gedeelte van de Aarde door de naalden heen.

Neen; maar een stopnaald, die bv. uit een dakvenster in de bovengoot zoek raakt — men denke aan het lieve verhaal van Andersen — wordt door het regenwater naar beneden in een regenbak of in een moddergoot gebragt. De goot wordt uitgeschept en de modder dient tot bewerking van onzen tuin, waar de naald, omgeven van vochtige stoffen, langzamerhand oxydeert en eindelijk geheel is overgegaan in ijzer-oxyde, dat tot voeding dient voor de groenten, die later op onze tafel verschijnen. De naald is dus uit de bovengoot in den aardappelenschotel teregt gekomen. *Ab uno disce omnes.*

Dr. L. Mulder sloot dit eerste gedeelte van zijne voor de vuist uitgesproken rede, die met groote belangstelling door een aanzienlijk auditorium werd gevolgd, met eene herinnering aan een anderen *cirkelgang*, voor een paar jaren van deze zelfde plaats zoo talentvol besproken door een zijner stadgenooten. Die spreker had den mensch de weinig opbeurende woorden van Goethe toegevoegd: *„Du bleibst doch immer was du bist"*. Spreker meende in zijne verhandeling argumenten te hebben aangevoerd, die, wat het water en de onbewerktuigde stoffen op Aarde

aangaat, tot eene geheel andere conclusie leiden; hij hoopte dit in zijne volgende voordragt, wat de organische stoffen betreft, nog nader te staven.

II.

4 December 1877.

De kringloop van de verbrandbare stof.

Prof. L. Mulder, die vóór 14 dagen den kringloop schetste van het water en van de onverbrandbare (anorganische) stof op Aarde, besprak de organische bestanddeelen of de verbrandbare stof van onze woonplaats in het tweede gedeelte zijner vrije voordragt. Evenals de vorige keer slaagde spreker er in, uit het groote veld zijner beschouwing eene goede keuze te doen en door eene heldere, voor ieder duidelijke voordragt eenheid en harmonie te brengen in den rijkdom zijner gegevens. Vooraf ging een kort overzigt van het vóór 14 dagen gesprokene, eene herinnering aan de wording van de Aarde in hare tegenwoordige gedaante. Tot het tegenwoordig onderwerp van bespreking overgaande, trad spreker terug tot de vroegere gedaante van de Aarde, tot het tijdvak van de harde rotsmassa, die in den loop der tijden de verweringsprocessen had te doorstaan, welke aanleiding gaven tot de tegenwoordige toestanden.

Die harde massa was in dat ur-tijdvak, als wij het zoo noemen mogen, omgeven door eene omhullende laag, bestaande uit stikstof, zuurstof, waterdamp en koolzuur, allen bestanddeelen, die spreker heden aan eene nadere beschouwing zou onderwerpen. Uit dat omhulsel is gaandeweg voortgekomen, wat wij thans noemen dampkring.

Bij de zamenstelling van den dampkring, vroeger reeds meermalen besproken, zou spreker niet langer stilstaan dan tot regt begrip van hetgeen volgde noodzakelijk was. De vorige keer was reeds kort gewezen op de hoofdbestanddeelen van de lucht en hare kenmerkende eigenschappen: op de werking van de stikstof, in viermaal grootere hoeveelheid in de lucht voorkomende dan de zuurstof, en die, ongeschikt om de ademhaling en de verbranding te onderhouden, in de dampkringslucht de rol speelt om de hevige invloeden van de zuurstof te temperen; op het overal in de lucht aanwezig zijn van koolzuur en waterdamp en de eenvoudige middelen om de aanwezigheid dier stoffen aan te wijzen.

Met nog enkele proeven verklaarde spreker de zamenstelling van de lucht en de eigenschappen van hare bestanddeelen. Eene dier proeven, het vormen van zg. knalgas, had een buitengewoon knaleffect. Spreker bereikte er echter volkomen zijn doel mede, om aan te toonen, hoe de beide luchtvormige bestanddeelen van water, waterstof en zuurstof, in de behoorlijke verhouding bij elkaêr gebragt en aangestoken, het ligchaam doen ontstaan, dat wij als water kennen. Onder zeer hevige verschijnselen treden die beide elementen in chemische, d. w. in innige verbinding.

Zoo zien wij dus de elementen stikstof, zuurstof, waterstof en koolstof als de factoren van de dampkringslucht, die door verschillende groeperingen hare bestanddeelen vormen. Maar de lucht bevat nu nog heel wat andere stoffen. Wij hebben namelijk meestal te doen met onzuivere lucht, d. w. z. lucht, die door de uitademing en uitwaseming van de dieren, die er in leven, en niet minder door den mensch en diens leefwijze van seconde tot seconde, bedorven wordt. Wat daarvan is, zou blijken uit spreker's

verdere beschouwingen, die hij ter bevordering van een regelmatigen gedachtengang en ten gerieve van zijn gehoor in drie deelen splitste. In de eerste plaats zou spreker den dampkring behandelen ten opzigte van het plantenrijk en van het dierenrijk, vervolgens nagaan de wisselwerking tusschen beide rijken der natuur, om te eindigen met den mensch, die door het Opperste Wezen bedeeld is met de hoogere gave van den geest.

De betrekking van de dampkringslucht tot het plantenrijk is zeker wel de belangrijkste, omdat zij den grond legt tot de geheele wisselwerking in de natuur. Hoe de planten de voor haar onderhoud noodige bestanddeelen in opgelosten toestand uit den bodem opslorpen, in dier voege dat de soortelijk ligtere vloeistoffen opgetrokken worden door de soortelijk zwaardere, werd reeds de vorige keer ontvouwd. Al de voor oplossing vatbare vaste stoffen uit den bodem worden door het grond- en niet minder door het regenwater opgenomen, door de planten opgezogen en in de verschillende deelen van de plant vastgelegd; het overblijvende zuivere water verdampt aan de oppervlakte. Maar de plant heeft nog andere organen, die regtstreeks gevoed worden onder de inwerking van de lucht. Eene doorsnede evenwijdig aan het oppervlak van een plantenblad vertoont, onder de microscoop gezien, eene menigte kleine openingen, zg. huidmondjes, die òf boven of onder het blad, òf aan de boven- en benedenzijde beiden verspreid liggen.

Duizenden van die microscopische openingen, te veel om er zich eene voorstelling van te kunnen vormen, bedekken één □ cM. van een plantenblad. In het aantal van die mondjes boven en onder het blad is meestal een groot verschil. Er zijn zelfs planten, welker bladeren aan de beneden-oppervlakte geene enkele opening vertoonen,

maar bovenaan duizenden; zoo b.v. eene vlier-soort, die in de 60 000 huidmondjes heeft aan den bovenkant van het blad, terwijl het ondervlak geheel daarvan ontbloot is. Onder de inwerking van het zonlicht nemen de planten door die mondjes het koolzuur uit de lucht op. Zij ademen die stof in, zoo als wij de zuurstof uit de lucht in de longen opnemen. De planten zuiveren aldus de lucht van het overtollige, voor ademhaling en verbranding ongeschikte koolzuur, waaruit zij de koolstof opnemen, die voor den bouw der planten van groot gewigt is, omdat de koolstof een hoofdbestanddeel is van elke plant. Stervende en tot humus overgaande, geven die rottende plantaardige overblijfselen hun rijk koolstofgehalte, dank zij de reeks van scheikundige processen, welke zij ondergaan, in den vorm van koolzuur weder aan de lucht terug. Dit wat het koolzuur betreft. Wat de planten doen met het water, dat zij direct uit den grond en indirect als waterdamp uit de lucht opnemen, hebben wij daareven reeds betoogd. Zij geven dat water, na daaruit de vaste bestanddeelen te hebben teruggehouden, weêr aan de lucht terug. Dat die uitgedampte watermassa vrij aanzienlijk is, bewijst het voorbeeld, door spreker genoemd, van 1 hectare met kool beplant, die, naar een scheikundige heeft berekend, in 24 uren 34 800 kilo waterdamp aan de lucht afstond.

De stikstof, het hoofdbestanddeel van de lucht, wordt als zoodanig niet door de plant opgenomen; wel in den vorm van ammonia en salpeterzuur, die zich vormen bij de rotting van organische stoffen en, in verhouding tot de overige bestanddeelen, van de lucht een gering gedeelte uitmaken. Plantaardige stoffen geven bij rotting veel minder ammonia dan dierlijke, en de lagere schimmelplantjes, met welke de Aarde in den aanvang van

haar bestaan bedekt werd, hebben of geen of zeer weinig ammonia tot hunne beschikking gehad.

Uit een en ander komen wij dus tot de conclusie, dat al de verbrandbare bestanddeelen der planten uitsluitend te danken zijn aan de lucht. De onverbrandbare stoffen der Aarde worden door het koolzuur geholpen om haar weg naar de plant te vinden, daar een groot deel van die stoffen alleen in koolzuurhoudend water oplosbaar zijn.

Gaan wij thans kortelijk het verband na van den dampkring of van de verbrandbare stof tot het dierenrijk. Na al het voorafgaande zal het nu duidelijk zijn geworden, hóe de laagst georganiseerde planten het organisch leven hier op Aarde geopend hebben, hoe de daaruit voortkomende hoogere planten met steeds krachtiger vermogen werkzaam zijn geweest om de dampkringslucht te zuiveren en geschikt te maken voor het leven van de dieren, die na de planten door het Opperwezen op de Aarde zijn geplaatst. Die planten zijn de bron voor al het voedsel, dat de mensch tot zich neemt, terwijl de lucht de factor is voor het onderhoud van het dierlijk ligchaam, dat de zuurstof daaruit opneemt en in de plaats daarvan koolzuur teruggeeft. Als middel tot verwerking van het voedsel, dat mensch en dier uit de plant tot zich nemen, zien wij hier dus weêr de dampkringslucht optreden.

En zoo komen wij geleidelijk tot de wisselwerking tusschen planten- en dierenrijk. Wat wij bederven, herstellen de planten. Niettegenstaande de enorme massa's koolzuur, die de 1288 millioen menschen op Aarde en de veelvouden van dat cijfer van dieren dagelijks uitademen (de mensch gemiddeld 400 liters in het etmaal, het paard 4596 l., enz.), bevat de lucht, in normalen d. i. zuiveren toestand, toch slechts $^1/_2$ 1000^e van haar volumen aan koolzuur.

Onze leefwijze is echter oorzaak, dat wij veeltijds in eene lucht ademen, die een veel grooter gehalte aan koolzuur bevat. Als het koolzuur, dat wij onophoudelijk uitademen, geene gelegenheid vindt voor eene regelmatige verspreiding, in localen b. v., waar een aantal menschen eenige uren doorbrengen, dan hoopt het zich op en bederft de lucht. Bij de tegenwoordige luchtige bouwmanier bestaat daarvoor wel minder gevaar — eene schoone gelegenheid voor de heeren bouwmeesters om het ligt en digt bouwen te verdedigen —; maar het blijft toch altijd geraden, op middelen bedacht te zijn voor eene goede ventilatie. Het genot van de gezellige bijeenkomsten zou daardoor in niet geringe mate verhoogd worden.

Evenals spreker de vorige keer de wisseling verklaarde van de anorganische stof, zoo zal ook thans duidelijk zijn geworden de kringloop van de verbrandbare bestanddeelen in de natuur. Geen deeltje zuurstof of stikstof, waterstof of koolstof gaat verloren, maar verrigt nu eens eene functie in de aarde, dan weêr in den dampkring en tusschen die beiden in, in mensch, dier of plant. De groeperingen van al die verschillende stoffen, zoo verbrandbare als onverbrandbare, in het Heelal, is natuurlijk de oorzaak van de zoo oneindige verscheidenheid van ligchamen.

Ziet de planten en hare zamenstellende stoffen, organische en anorganische, waarvan wij laatstsbedoelde reeds de vorige keer beschouwden: hoe groot is de verscheidenheid, waarin de organogenen in haar worden vastgelegd! In oneindige variatie groeperen zich zuurstof, waterstof, koolstof en stikstof in de planten; zij komen er altijd in voor, maar niet in alle planten-*bestanddeelen*. Zietdaar een uitgangspunt ter verdeeling van de planten in twee kolossale groepen: 1° die stikstofvrije en 2° die stikstofhoudende bestanddeelen bevatten. Dat de eerste

voor het plantenrijk eene buitengewoon groote beteekenis hebben, blijkt reeds uit hare groote meerderheid. Eene betrekkelijk kleinere hoeveelheid planten-bestanddeelen is stikstofhoudend. Beide groepen zijn bij uitstek nuttig voor den mensch.

Van de eindelooze groeperingen der verbrandbare stof in de plant kan men zich misschien eene voorstelling vormen, als men let op de groote variatie van veelsoortige ligchamen, tot de groep der stikstofvrije plantenbestanddeelen behoorende, als daar zijn: cellulose of celstof, zetmeel, inuline, gom, pectine, plantenzuren (appelzuur enz.), suikersoorten, was, plantenvetten, aetherische oliën, harsen enz. Al die stoffen zijn louter koolstof, zuurstof en waterstof, in de bondste variatiën gegroepeerd.

De betrekkelijk kleine groep staat daartegenover van de planten met stikstofhoudende bestanddeelen, als planteneiwit, planten-vezelstof of kleefstof, legumine, bladgroen en kleurstoffen en alcaloïden. Dat ook deze verdeeling nog zeer ruw is, en de genoemde stoffen weêr aanleiding geven tot eene menigte variatiën, bewijst b. v. de opium, die behalve asch of onverbrandbare stof, schier eene eindelooze groep verbindingen van koolstof, waterstof, stikstof en zuurstof bevat.

Al die stoffen, stikstofvrije en stikstofhoudende, ondergaan nu in het dierlijk ligchaam weêr groote veranderingen. Wij vinden de zelfde bestanddeelen terug in het bloed, in de gal, enz., maar de vormen zijn veranderd. Het ligt in den aard van de zaak, dat de mate van voeding in naauw verband staat tot de bestanddeelen, die in het ligchaam worden opgenomen. Stikstofhoudende stoffen zijn de doelmatigste voor het dierlijk onderhoud en iemand, die zich tracht te voeden met aardappelen, zal daarvan vrij wat meer moeten gebruiken, om het zelfde effect te

ondervinden als zijn buurman, die eene betrekkelijk kleine hoeveelheid eiwit in den een of anderen vorm heeft gebruikt. Een Javaan is al spoedig tevreden met wat visch en rijst: een Hollandsch werkman daarentegen staat van den aardappeldisch op, wel met eene gevulde, maar daarom nog niet met eene gevoede maag. Als de mensch geen stikstof aan het bloed toevoert, zal het noodzakelijkerwijs moeten verarmen. Van 1000 kilo bloed 800 kilo water verwijderende, zijn van de 200 overblijvende deelen niet minder dan 78 deelen opgeloste eiwitstof.

Spreker schetste vervolgens de belangrijke rol van eene reeks ligchamen, onder den algemeenen naam van humus, teel- of tuinaarde bekend. Zooals men weet, is die stof het rottend overblijfsel van gestorven planten, welke door de verbrandingsprocessen van de lucht de bij het leven vergaderde koolstof weêr als koolzuur aan den dampkring afgeven, terwijl de waterstof zich met de zuurstof tot water, en met de stikstof tot ammonia verbindt. In die rottende stof ligt weêr de kiem voor nieuw organisch leven; want met het weêrbarstige zand vermengd, is de humus oorzaak, dat de planten zich zelfs in den dorsten zandgrond aangenaam kunnen gevoelen.

Eene aanschouwelijke voorstelling van de wisselwerking in de natuur gaf spreker ten slotte in den vorm van een tweetal terrariums, door de Haagsche firma de Wed. van Rijswijk en Zn. welwillend voor de gelegenheid afgestaan, en herinnerde aan wat men noemt «een wereld in het klein». Planten en dieren van lagere orde zijn daar bijeen zonder toetreding van de atmosferische lucht, geheel aan zich zelf overgelaten; als nu de mensch maar zorgt, met het oog op de stofwisseling, de juiste soorten te kiezen, zal hij gedurende eenigen tijd onder een glazen stolp het schouwspel kunnen zien van de wisselwerking, die in de

natuur op zoo reusachtige schaal alle stof beheerscht.

Na zoo vele bespiegelingen over de stof was een woord van anti-materialisme zeer welkom. Spreker had wel de werking geschetst van de stof in de natuur, maar den oorsprong van die stof had hij nooit uit het oog verloren. Reeds de vorige keer had hij er op gewezen, hoe alleen het Opperwezen die zoogenaamde onvergankelijke stof kan vernietigen, wanneer het met Zijne raadslagen overeenstemt daaraan een einde te maken.

Thans wees spreker ten slotte op den kennelijken vooruitgang in de Schepping, met den mensch als geestelijk wezen aan het hoofd. Wanneer hij rondom zich ziet en de geschiedenis der menschheid raadpleegt, dan treden wel degelijk individuen naar voren, die in vooruitgang uitmunten. Die individuele vooruitgang, meende spreker, komt der algemeene menschheid ten goede. Het is dan ook onjuist te spreken van cirkelgang der menschheid. Oneindig beter kon spreker zich vereenigen met de denkbeelden van een beroemd landgenoot, met de voorlezing waarvan Prof. MULDER zijne voordragt eindigde:

«Het leven van een mensch is in het klein het leven van het menschelijk geslacht; de geschiedenis der Aarde in het klein de geschiedenis van het Heelal; de bijzonderheden verschillen slechts; de typus is dezelfde. Millioenen gedaanteverwisselingen welligt zullen de millioenen werelden ondergaan, eer dat het stoffelijk Heelal volmaakt heeten kan. Die volmaking heeft echter hare grenzen. Eenmaal zijn alle krachten van alle stoffen bevredigd en in volmaakte harmonie getreden en zijn in dezelfde mate de geesten ontwikkeld geworden. Mij dunkt, dat wanneer de millioenen wereldbollen zullen voldaan hebben aan het doel van hun aanzijn, aan de ontwikkeling der geesten tot *boven* het stof, dat dan het tijdstip daar is,

waarop alle stof zal wegzinken in het niet, waaruit zij is te voorschijn geroepen, om aan de geesten vrij en onafhankelijk een ongestoord bestaan te verzekeren, zich in zich zelve te ontwikkelen tot in het oneindige, naar wetten, door de Godheid eenmaal vastgesteld en geregeld voor de eeuwigheid, door Haar van oogenblik tot oogenblik gehandhaafd.» (*Het streven der stof naar harmonie; eene voorlezing door* G. J. Mulder.)

V.

JHR. DR. EDW. EVERTS:

Over Metamorphose en Generatiewisseling.

Eene zeer belangwekkende voordragt werd dezen winter in *Diligentia* gehouden door dr. EVERTS, den verdienstelijken leeraar in de zoölogie aan de Haagsche H. Burgerschool. In een inleidend woord schetste spreker de snelle vorderingen, die ook de dierkundige wetenschap in den laatsten tijd gemaakt heeft, dank zij het voortgezet vruchtbaar onderzoek van mannen als DARWIN, VOGT, LYELL, waartoe LINNAEUS, wiens verdiensten nog onlangs dankbaar werden herdacht, en andere Nederlandsche en buitenlandsche geleerden van de vorige eeuw de grondslagen legden. De hypothesen omtrent den oorsprong en de afstamming der soort worden meer en meer bevestigd en komen der waarheid nabij door de verrassende resultaten van het onderzoek naar de ontwikkelingsprocessen van allerlei tot verschillende typen behoorende klassen van dieren, welker geschiedenis, op zich zelve beschouwd, als het ware de ineengedrongen recapitulatie is van de historische ontwikkeling der soort.

Dat de grootheid van de Schepping zich het treffendst openbaart in het kleine, had de spreker reeds in het vorig saizoen ontvouwd, toen hij eene voordragt hield over de laagst georganiseerde dieren, de Rhizopoden en Infusoriën. (Men raadplege de vorige of 5e *Diligentia-serie*.) Thans zou de grootste verscheidenheid, gepaard met de schoonste harmonie in de levens- en ontwikkelingsprocessen van de lagere dieren, nog treffender blijken in hetgeen de heer Everts zou mededeelen omtrent de gedaanteverwisseling (*metamorphose*) en de generatiewisseling (*metagenese*) van deze diervormen. Van het *omne vivum ex ovo* (al wat leeft is voortgekomen uit een ei) uitgaande, gaf spreker eene aanschouwelijke, door duidelijk geteekende platen opgehelderde voorstelling van dé reeks van tusschenvormen, die bij zeer vele diersoorten tusschen het ei en het geslachtsdier zich ontwikkelen. Uit de voorbeelden, die achtereenvolgens besproken werden, zal het duidelijk worden, wat de wetenschap bedoelt met de metamorphose en de generatiewisseling bij de lagere dieren.

Mogen de menigvuldige schoonheden van sprekers verhandeling onzen materialistischen blik wat verruimen en ons leeren, dat buiten het wereldje van ons eigen ik, waarmede wij ons zoo gaarne bezig houden, in het groote Rijk der Natuur nog veel interessanter levensprocessen tot ontwikkeling komen, al werpen deze dan ook niet zooveel direct practische voordeelen af voor den niet van eigendunk en zelfzucht vrij te pleiten heer der Schepping.

Spreker beschouwde achtereenvolgens de zeven hoofdtypen van het dierenrijk: *a.* de *Protozoa* (reeds vroeger behandeld); *b.* de *Coelenterata* (kwallen en polypen); *c.* de Stekelhuidige dieren of *Echinodermata*; *d.* de Wormen of *Vermes*; *e.* de Geleede dieren of *Articulata*; *f.* de Week-

dieren of *Mollusca*, en eindelijk *g.* de Gewervelde dieren of *Vertebrata*.

Beginnen wij dus met de 2e type en wel met de ontwikkeling van het onoogelijk diertje, dat wij onder den naam van kwal kennen. Dit diertje brengt eijeren voort, waaruit na verloop van korten tijd embryo's te voorschijn komen, ligchaampjes, die zich zeer snel, door middel van trilhaartjes, in de zee voortbewegen, om zich na eenigen tijd aan een rots te hechten, waar zij uitgroeijen tot kleine polypen. Deze vermenigvuldigen zich op hunne beurt op allereenvoudigste wijze, nl. door knopvorming. Er ontstaan over het ligchaam van de polyp dwarse insnoeringen, strobila of pijnappelvormige ligchamen; langzaam snoeren die deelen af, zwemmen een tijd lang rond, om dan door metamorphose te veranderen in een kwal. De kwal is hier dus de geslachtsvorm. Bij de eigenlijke polypen heeft men behalve knopvorming ook vermenigvuldiging door eijeren. Zulk een ei wordt dan verbroken door het embryo, dat, na eenigen tijd rondgezwommen te hebben, zich vasthecht en ten slotte, door herhaalde knopvorming, aanleiding geeft tot de vorming van den polypenstok, waarbij ook op te merken valt de afscheiding van koolzure kalk, waarvan de polypen-koloniën in den loop der tijden de uitgestrekte koraalriffen hebben gebouwd.

Een dergelijk ingewikkeld ontwikkelingsproces zien wij bij de sponsdieren. Hoe vreemd ook oppervlakkig beschouwd, behooren ook deze dieren tot de klasse der polypen. De geleiachtige massa, die de spons vormt, brengt eijeren voort, zg. kiemkogeltjes, waaruit weêr embryo's ontstaan, die zich vasthechten om tot een nieuwen stok of sponskolonie uit te groeijen.

Bij de 3e type, die der *Echinodermata*, waartoe zee-

sterren, zeeklitten en zeeëgels behooren, neemt men eene zeer gecompliceerde ontwikkeling waar, gedeeltelijk door metamorphose, gedeeltelijk door generatiewisseling. Gewoonlijk hebben de eerste vormen, die uit het ei te voorschijn komen, veel overeenkomst met infusie-diertjes. Zij bewegen zich door trilharen en onderscheiden zich, na uitgegroeid te zijn, door groote doorschijnendheid. Volgen wij de ontwikkeling van eene zeester, dan zien wij uit het ei kleine kogeltjes voortkomen, die zich uitbreiden en op *vijf* plaatsen ingesnoerd worden. (Bij de *echinodermata* is de insnoering van het ligchaam in vijf leden of in een veelvoud van vijf typisch.) Die vijf uitsteeksels van het embryo nemen nu langzamerhand in grootte toe en aan de rugzijde wordt het kalkskelet gevormd, waarvan de kalkdeeltjes hetzij op sommige plaatsen in het ligchaam ingedrukt, hetzij gelijkmatig over het oppervlak verspreid zijn. Op die wijze groeit het embryo uit tot een volkomen radiair symmetrisch dier.

Van de 4e type, die der Wormen, vertegenwoordigen de zg. ingewandswormen de grootste groep. Zij worden in alle dieren aangetroffen, de beruchte lintworm o. a. in den mensch. Dit dier brengt eene ongehoorde massa microscopisch kleine eijeren voort, die, op den bodem vallende, in aanraking komen met het water en de planten, kortom overal doordringen waar voor de dieren gelegenheid bestaat om voedsel te zoeken. Van die duizenden eijeren komen er altijd eenige te regt op die plaatsen, waar dieren hun voedsel verzamelen. Zij dringen met dat voedsel door tot in de maag, waar het omhulsel van het ei door het maagsap wordt opgelost en het embryo vrij komt. Gewapend met 4 tot 6 haakvormige uitsteeksels, baant dit embryo zich een weg door den wand van maag of darmkanaal, komt op die wijze

in de bloed- of lymph-vaten en wordt dus in het voedingsvocht opgenomen, waarmede het in de capillair-vaten stroomt. Zoo blijft het dan ten slotte in het een of ander orgaan steken.

Eenmaal daar aangekomen, verliest het embryo zijne haken en het harde omhulsel groeit uit tot den blaasvorm, die zich in het vleesch voordoet als een blaauwachtig wit plekje van groote hardheid. Zietdaar de eerste phase in de ontwikkeling van den lintworm. Deze tusschenvorm blijft nu in rust, wachtende op het oogenblik, dat het vleesch gegeten wordt door en in de maag verdwijnt van Carnivoren en Omnivoren, tot welke laatste ook de mensch behoort. Onmiddellijk na aankomst in de maag kan men, den blaasvorm onderzoekende, aan zijn binnenwand een aldaar uitgegroeid knopje waarnemen, dat onder de microscoop bezien, een kop blijkt te zijn met vier zuignapjes omzoomd en in 't midden een krans van haakjes. Door het maagsap wordt de buitenwand van den blaasvorm verder opgelost, de kop komt vrij en hecht zich vast aan het darmkanaal, waar hij verder welig tot den bekenden lintworm uitgroeit. Wij hebben hier dus te doen met een merkwaardig voorbeeld van generatiewisseling.

Nog sterker voorbeeld biedt een minder bekende worm, de leverbot, om zijne platte gedaante onder de platwormen gerangschikt, een zeer kleine worm, die vooral voorkomt in de lever van schapen. De eijeren van dien worm komen ook weêr teregt in het water, waar het embryo uit het ei te voorschijn komt en; na eenigen tijd rondgezwommen te hebben in een sloot bijv., zich vastklampt aan een slakje. Het embryo dringt in dat dier door, verliest de wimperharen, ontwikkelt zich in het ligchaam van de slak, wordt grooter en gaat over in

een toestand van rust. Na verloop van eenigen tijd valt het dan ook uiteen in eene menigte zeer beweeglijke ligchaampjes, *cercareën*, die het ligchaam der slak verlaten, eenigen tijd rondzwemmen en op hunne beurt een nieuw waterdier, worm, slak, kikvorsch of visch opzoeken, waaraan zij zich vastklampen. Zoo nadert eindelijk het oogenblik, als zulk een met cercareën beladen kikvorsch door een grooter dier wordt verslonden, dat het broedsel van die cercareën wordt omgezet in nieuwe leverbotten.

Als derde voorbeeld van generatiewisseling haalde spreker aan de zeer beruchte trichinen, die in het spierweefsel, vooral van varkens, leven en daar oorzaak zijn van eene algeheele verandering in de anatomische structuur van dat weefsel. Zoodra deze trichinen, door verkeerde toebereiding van het varkensvleesch, in de maag van den mensch doordringen, worden daar de hulsels weêr opgelost door het maagsap en het embryo heeft gelegenheid om door den maagwand te dringen.

De 5e type, de Geleede dieren, ontleent haar naam aan de geledingen van het ligchaam en de geleede pooten van de diersoorten, die onder deze type gerangschikt worden. Wij zien hier de insecten, de spinnen enz. en de crustacea of schaaldieren plaats innemen. Bij bijna al deze dierengroepen treft men eene metamorphose aan: vooral bij de insecten, die het zij eene volkomen, het zij eene onvolkomen gedaantewisseling ondergaan. Eene van de schoonste metamorphosen, dagelijks door den mensch waargenomen zonder er veel acht op te slaan, is die van den vlinder. Dit fraai gekleurde diertje brengt eijeren voort en uit die eijeren treden de larven, hier rupsen genoemd, te voorschijn. Maar welk een groot verschil tusschen die larve en den geslachtsvorm! De rups

groeit sterk uit, heeft de gedaante van een worm, beweegt zich voort met pooten, kortom wijkt volkomen af van het moederdier, waaraan zij haar oorsprong ontleent. Na herhaalde vervellingen gaat die rups over in den volkomen poptoestand, die bij onderzoek blijkt te bestaan uit eene homogene massa: geen spoor van darm-kanaal of zenuwstelsel. In die homogene massa van den pop moeten op nieuw de organen worden aangelegd. Men mag hier dus met regt spreken van eene wedergeboorte, van eene volkomen metamorphose. De larve is hier overgegaan in een volkomen toestand van rust. Als de larve daarentegen langzaam, na herhaalde vervellingen, den completen vorm aanneemt, b. v. bij den glazenmaker, heeft men een voorbeeld van onvolkomen metamorphose.

Bij vele groepen van geleede dieren neemt men in 't geheel geen metamorphose waar, noch volkomen noch onvolkomen, evenmin generatiewisseling; deze soorten — de spinnen b. v. — houden de soort door directe ontwikkeling in stand; bij verreweg de meeste soorten, vooral bij de geleede dieren die in zee leven, heeft het ontwikkelingsproces plaats door metamorphose en generatiewisseling.

Tal van diertjes in de zee, die vroeger als afzonderlijke soorten werden beschouwd, blijken nu slechts tusschenvormen te zijn van bekende geleede dieren. Spreker haalde als voorbeelden aan de zonderling gevormde *zoëa*, de *nauplius*, welke laatste vorm voortkomt uit het ei van een crustacee. Zwemmende leeft de nauplius van allerlei kleine organen en ondergaat daarbij herhaalde vormveranderingen, terwijl hij gedurig een paar pooten meer krijgt. Eindelijk gaat het diertje in den rusttoestand over en na eene langzame vervelling eindigt het met volkomen over te gaan tot den vorm van een krab.

Dergelijke nauplii geven in de generatiewisseling ook voorbeelden van hetgeen de Duitschers noemen *zurückschreitende* (teruggaande) metamorphose. Vele naupliusvormen zoeken een visch op en hechten zich vast aan de kieuwen of den rug. Het merkwaardig proces doet zich hier voor, dat die naupliusvormen langwerpig uitgroeijen, de pooten langzamerhand verliezen en de gedaante krijgen van een wormpje. Die wormpjes doen zich voor als geslachtsdiertjes, want zij ontwikkelen zakjes eijeren, die, ontsnappende, aanleiding geven tot nieuwe naupliusvormen. Spreker noemde ook nog als voorbeeld de eendenmossel, waarvan voor eenigen tijd een aantal exemplaren op ons strand aanspoelden en daar tot allerlei gissingen en vergissingen aanleiding gaven. Dergelijke teruggaande vormen van parasitische crustaceën (vischluizen) komen uiterst veelvuldig voor.

Thans komt de 6e type aan de orde, die van de *Mollusca* of Weekdieren, waartoe behooren de schelpdieren, slakken, mossels en oesters o. a., inktvisschen, glaspijpen of salpen. Bij dit laatste interessante diertje, dat aan de geleerde wereld de grootste verrassingen heeft bereid, stond de spreker eenigen tijd stil. Merkwaardig is reeds de eenvoudige bouw van het diertje; een langwerpig, min of meer pijpvormig ligchaam, doorschijnend als glas, met eene opening aan beide kanten en aan een der hoeken een zak, waarin eene donkere massa, die, bij nader onderzoek, blijkt te bestaan o. a. uit een darmkanaal met eene duidelijke mondopening, omkransd door een aantal trilhaartjes. De curieuse glaspijpjes zwemmen rond door contractie van den gespierden ligchaamswand. Bij zamentrekking wordt water uit het ligchaam gespoten; bij uitzetting van den pijp komt er water binnen. De binnenwand is voorzien van kieuwen, die bij het

binnenstroomen van het water hare functie van de ademhaling verrigten. Maar het water is bij die glaspijpjes de intermediair voor nog eene andere verrigting. Bij elke zamentrekking toch stroomt het water uit, en geeft daardoor aan het ligchaam een stoot vooruit. Tegelijk doen de trilhaartjes kleine stroomingen ontstaan naar den mond, die op die wijze kleine organismen, in het water zwevende, kan tot zich nemen. De ontwikkeling geschiedt: 1°. door eijeren en embryo's, die zich zeer snel bewegen en langzaam uitgroeijen tot glaspijpen; 2°. door knopvorming, waarbij de deelen gaandeweg de gedaante aannemen van het oorspronkelijk dier. De salpjes sluiten zich gemeenlijk aan tot eene kolonie of salpenketen. 't Is bewonderenswaardig, de harmonie na te gaan, die in zulk eene kolonie door de individus wordt in acht genomen. Op tempo trekken ze het ligchaam zamen en zetten het weêr uit, zoodat alle diertjes te zamen werkzaam zijn als de roeijers van eene boot.

Eindelijk gaf spreker nog een kijkje in een klein hoekje van de wereld der 7e type, de Gewervelde of zg. ruggemergsdieren, waartoe o. m. behoort de groote klasse van de visschen. Slechts enkele soorten van die geheele reeks, waar nog zoo veel te onderzoeken valt, ontwikkelen door metamorphose. De larvenworm neemt men waar bij de amphibiën, de kikvorschachtigen en de salamanders, dieren die men vroeger ten onregte in één adem noemde met de kruipende dieren, welke kenmerkend van eerstgenoemde soorten onderscheiden zijn, daar zij de metamorphose missen.

Maar tot de lagere gewervelde dieren terugkeerende, zien wij bij de kikvorschen eene reeks vormveranderingen, die dit laatste voorbeeld van metamorphose zeer belangwekkend maken. De eijeren van de kikvorsch, die, zich

in het water bewegende, allengs grooter worden tot zij ongeveer het volumen van een erwt hebben verkregen, barsten open en laten het embryo of de larve vrij: d. i. een gedurig van vorm veranderend, eindelijk langwerpig uitzettend wormachtig ligchaam, dat allengs tot de phase overgaat, waarin het trosvormige aanhangsels krijgt. Deze aanhangsels zijn de primitive ademhalingswerktuigen of kieuwen, welke bij de voortgaande ontwikkeling van de larve plaats maken voor de longen achter den kop, die allengs duidelijker uitgroeit. Tegelijk ontwikkelen uit de uitbottingen aan weêrszijden van het ligchaam de achterpooten; de staart wordt kleiner en kleiner en wordt in het ligchaam opgelost tot voedingstof; terwijl ten slotte, als de meer volkomen vorm langzamerhand is ontwikkeld, met de laatste phase ook de beide voorpooten tot ontwikkeling komen. Zietdaar in vlugtige trekken den groei van de kikvorsch geschetst. Eenigzins afwijkend van deze ontwikkeling, daar zij slechts gedeeltelijke metamorphose ondergaan, is die van de salamandersoorten, o. a. de proteus en de reuzensalamander, die ook den staart behouden.

Spreker was hier aan het slot zijner verhandeling gekomen. Nog even stond hij stil bij de groote vlugt, die het wetenschappelijk onderzoek van de laatste jaren heeft genomen. Regeringen, genootschappen en particulieren dragen daartoe loffelijk bij door hunne morele en materiële belangstelling. Ook de Nederlandsche Regering heeft zich voor het onderzoek van de Nederlandsche zoölogen niet onverschillig getoond. Het Nederlandsch Zoölogisch Station gaat eene schoone toekomst te gemoet, ja het onderscheidt zich zelfs voordeelig van de buitenlandsche stations door zijne verplaatsbaarheid. Mogen de vaderlandsche geleerden, die zich daar wijden aan de

reuzentaak van het onderzoek naar de nog in de meeste opzigten zoo raadselachtige bewoners van de zee, veel succes op hun arbeid hebben en vooral veel medewerking vinden, de beste waarborg voor schoone resultaten.

De heer EVERTS heeft door zijne voordragt veel bijgedragen, om vernieuwde belangstelling te wekken in de zoölogische wetenschap.

VI.

KAPITEIN P. VAN DER BURG:

Over de mechanische inrigting van de Naaimachines tot huisselijk gebruik.

Ditmaal geen pantserfregatten, noch Krupp-kanonnen, geen *Duilio* noch *Dandolo*, werden ons door kapitein VAN DER BURG in hun „formidabel" vernielingsvermogen voorgesteld. Aan het *si vis pacem para bellum*, dat de verdienstelijke artillerie-officier in zijne vorige rede in *Diligentia* zoo kernachtig ontwikkelde, zou spreker thans nog hooger beteekenis geven, door zijne voordragt over de *naaimachines*, een werktuig des vredes, dat aan de nijvere hand van de huisvrouw en van den beoefenaar van onderscheiden industriële takken zulke gewigtige diensten bewijst.

De opdragt van sprekers verhandeling, in de eerste plaats aan de geëerde toehoorderessen, was ditmaal geen loutere hoffelijkheid. Het Bestuur van *Diligentia*, dat den heer VAN DER BURG uitnoodigde zijne keuze op dit onderwerp te bepalen, heeft daardoor de dames, die steeds zooveel belang stellen in de natuurkundige voordragten, bijzonder aan zich verpligt. In niet mindere

mate komt ook den spreker hulde toe voor de wijze, waarop hij zich van zijne lastige taak heeft gekweten.

Was het voor spreker moeijelijk, de inrigting van de naaimachine volkomen duidelijk voor te stellen, voor ons heeft die taak nog grootere bezwaren, daar wij den lezer onmogelijk de machines en de uitvoerige teekeningen kunnen laten zien, welke spreker bij de verklaring van de werktuigen ten dienste stonden. Gaarne willen wij echter ons best doen, en van de interessante beschrijving door den heer VAN DER BURG gegeven het een en ander, zij het dan ook vlugtig, in verslagvorm trachten over te brengen.

Het doel van alle werktuigen is het voortbrengen van beweging en het overbrengen daarvan naar eene plaats, waar die beweging nuttig wordt aangewend: m. a. w. elk werktuig tracht door middel van een voorwerp, dat in beweging is, eene andere soort van beweging voort te brengen. De kennis van de verschillende middelen, welke daartoe strekken, noemt men werktuigkennis, die zeer belangrijke diensten bewijst aan den beoefenaar van de werktuigkunde. Om de naaimachines dadelijk als voorbeeld te nemen, zien wij deze toestellen de werktuigelijke beweging geheel uit de hand nemen, waardoor de mensch zich meer uitsluitend kan wijden aan het verstandelijk gedeelte van den arbeid. De naaimachine onderscheidt zich in dit opzigt van andere werktuigen. Terwijl toch de meeste machines het product geheel werktuigelijk kant en klaar leveren zonder eenigen handenarbeid van den mensch, vraagt de naaimachine de leiding van eene bekwame hand. Dat spreker in dit denkbeeld iets verheffends vond, zal men hem gereedelijk toegeven.

De naaimachines voor allerlei doeleinden, b. v. voor het maken van hoeden en schoenen enz., kon spreker onmogelijk allen behandelen. Hij zou zich bepalen tot

de machines voor huisselijk gebruik, daar hij met eenige zekerheid meende te mogen onderstellen, dat de mechanische inrigting van die machines, ofschoon zij dagelijks door zijne toehoorderessen gebruikt worden, weinig of niet bekend is. De gewone loop van zaken zal wel in de meeste gevallen aldus zijn: de dames, tot het besluit gekomen om zich eene naaimachine aan te schaffen, krijgen van den fabrikant eenige lessen in de behandeling dier werktuigen en vullen het ontbrekende aan uit het *vademecum* voor de naaimachine, dat bij elk werktuig aan den kooper wordt meêgegeven. Ondanks al die voorzorgen en al die studie, gebeurt het toch dikwijls, dat er iets aan de machine begint te haperen: de onderdraad laat los, de bovendraad breekt, de naalden volgen dat voorbeeld, en het ergste van alles is, dat de dames, die anders toonbeelden zijn van geduld, in dit bijzonder geval den moed verliezen om achter de oorzaak van het ongemak te komen en aan de naaimachine verdrietig den rug toekeeren. Zij zouden dit zeker niet doen, als zij wisten hoe de steek gelegd moet worden, daar zij het dan in hare magt zouden hebben om na te gaan, wat er is voorgevallen en waar de schoen wringt. Met de eenvoudige kennis toegerust, hoe de machine moet zijn ingerigt om werkelijk goede steken te maken, behoeven zij zich dan niet tot den eersten den besten «werktuigkundige» te wenden, die wel eens speculeert met de onkunde van de dames en, met het oog op de remuneratie, van eene hoogst eenvoudige verbetering een moeijelijk op te lossen probleem maakt.

Aan de verklaring van de mechanische inrigting der naaimachines liet spreker eene korte schets voorafgaan van de geschiedenis dezer nuttige toestellen. De eerste sporen van de vinding dagteekenen reeds van 1804,

toen JAMES HENDERSON en THOMAS STONE een werktuig construeerden, dat de beweging van de hand bij het naaijen nabootste. Hunne pogingen mogten echter niet met practisch gevolg bekroond worden. Eenige jaren later vatte een Tyroler, JOSEPH MADERSPERGER, hetzelfde denkbeeld van den zg. overhandschen steek weêr op; maar na zich hiermede zeven jaren lang met weinig bevredigende resultaten te hebben bezig gehouden, sloeg hij in 1814 eene geheel andere rigting in en trachtte een werktuig te maken, waarbij twee naalden, elk voorzien van een draad, door het goed gestoken werden. Hier werd voor het eerst de naald met het oog aan de punt toegepast. De inrigting van de machine was echter zoo ingewikkeld, dat zij voor practisch gebruik ongeschikt bleek. Evenmin bleek de vinding van den Amerikaan HUNT proefhoudend, ofschoon deze reeds in 1826 voor het eerst de spoel in toepassing bragt.

Hij, die als de vader van de tegenwoordige naaimachine beschouwd mag worden, is de Amerikaan HOWE, die aan de merkwaardige vinding onzer eeuw den grooten stoot gaf. Het denkbeeld, dat vooral de Amerikanen bij zich omdragen, om spoedig rijk te worden, zetelde ook bij HOWE, die in de werkplaats van natuur- en zeevaartkundige instrumenten van zijn patroon Davis te Boston de naaimachine aangreep als het ideaal van zijn streven om fortuin te maken. Aanvankelijk hield ook de 21-jarige HOWE vast aan het denkbeeld van de nabootsing der handbeweging, maar zocht al spoedig eene andere manier en vond die in den inslag- en den kettingdraad, zooals dit op de weefgetouwen geschiedt. Naar zijn eerste model in hout werd het volgend jaar (1844) eene machine van metaal vervaardigd en in Mei 1845 was de machine reeds vaardig om 300 steken in de minuut te maken.

Dat deze toestel, die snel en goed werkte, verzet uitlokte, vooral bij de kleêrmakers, ligt in de reden. Even natuurlijk, dat er spoedig concurrenten opdaagden, met name SINGER, die in het vervaardigen van zijne machines, naar het gronddenkbeeld van HOWE, door het aanbrengen van verbeteringen veel handiger te werk ging. In Duitschland en elders waren de *Singers* dan ook veel spoediger bekend. Van deze concurrentie was een proces het gevolg, dat HOWE won. Hem werd de eer van de ontdekking toegekend en tevens het voordeel van de uitkeering van één dollar voor elke machine, die naar het buitenland werd uitgevoerd, en van vijf dollars voor elk werktuig, dat in Amerika werd afgeleverd. Toen in 1867 het contract met SINGER moest vernieuwd worden, bedankte HOWE voor alle verdere uitkeering, daar het genoten voordeel hem in 14 jaren reeds een vermogend man had gemaakt. Na in 1863 nog te Bridgeport een Maatschappij voor de vervaardiging van naaimachines te hebben opgerigt, overleed HOWE, de ontdekker van de naaimachine, in 1867.

Zijn opvolger SINGER is met de verbetering van de machine onverpoosd voortgegaan. Zijn debiet was in 1874 reeds tot 240 000 machines geklommen; in 1875 leverden zijne fabrieken 249 000 stuks af; in 1876 vermeerderde dit enorm cijfer tot 262 000. Laat ons al dadelijk herinneren, dat de Singer-machine het oorspronkelijk denkbeeld van HOWE, de spoel voor de werking van den onderdraad, heeft overgenomen. In 1854 kwam WILSON op het denkbeeld, om de spoel te vervangen door een haak of grijper. De fabrieken van WHEELER AND WILSON leverden in de jaren 1874, '75 en '76 92 000, 103 000 en 108 000 machines; die van WILCOX daarentegen namen in productie sterk af, omdat bij deze machines de ketting-

steek gevolgd wordt, welke manier, zoo als wij straks nader zullen zien, niet de voorkeur verdient.

In 't algemeen kan men de tegenwoordig in den handel gebragte naaimachines naar de mechanische inrigting in drie groote groepen verdeelen: *a.* de machines, die werken met den kettingsteek; *b.* zij, die werken met den knoopsteek, en eindelijk *c.* de machines voor den dubbelen stiksteek.

Bij de eerste manier wordt telkens de volgende steek door de lus van den voorgaande gehaald. Behalve om het nadeel, dat de kettingsteek in eens kan worden uitgetrokken, verdient deze ook niet de voorkeur, omdat hij aan draad viermaal de lengte van den steek vereischt. De knoopsteek is nog minder economisch; aan draad heeft deze wel zesmaal de lengte van den steek noodig. Daar hij eigenlijk een dubbele kettingsteek is, heeft hij ook in dubbele mate de nadeelen van dezen laatste. De dubbele stiksteek daarentegen vereischt slechts driemaal de lengte van den steek aan draad.

Bij al deze machines spelen eene hoofdrol de naald, die den bovendraad door het doek voert, en de spoeltjes of grijpertjes, die door de lus, door den bovendraad gevormd, den onderdraad voeren. Achtereenvolgens stond spreker stil bij de drie hoofdtypen: de kettingsteek-machine van Wilcox, de dubbele stiksteek-machine van Singer, en de dubbele stiksteek-machine van Wheeler en Wilson. Van deze machines prijkten fraaije schetsteekeningen aan den wand. Eerst werd uitgelegd hoe de beweging bij de trapmachine overgebragt wordt op de eigenlijke machine en hoe de arbeid van het trappen weêr kan overgedragen worden aan eene stoommachine of aan een electro-magnetischen toestel. Insgelijks heeft men toegepast een uurwerk, dat opgewonden zijnde, bij het afloopen de bewe-

ging veroorzaakt. In de practijk en vooral voor huisselijk gebruik zijn machines met dergelijke toepassing onpractisch gebleken (1).

Veel doelmatiger geschiedt in steden, die eene waterleiding hebben, de beweging van de machine door tusschenkomst van het water. De zeer vernuftige inrigting, waardoor het water een zuigerstang en door middel van eene kruk-as eene daarop geplaatste riemschijf in ronddraaijende beweging brengt, zou voor eene juiste voorstelling eene figuur vereischen, die wij hier niet kunnen opnemen. Een dergelijke toestel, voor *f* 75 bij de heeren Léon Antenne te 's Hage te verkrijgen, heeft men eenvoudig aan de naaimachine-tafel vast te schroeven. Het water voorziet dan volkomen in de beweging en er blijft alleen over, het te bewerken doek met de hand in de verlangde rigting te leiden.

Wij weten dus nu, hoe de beweging, het zij van eene draaijende overgaande in eene op en neêr gaande beweging, het zij omgekeerd, wordt overgebragt naar den naald, het voorwerp dat den bovendraad door het goed moet werken. Die naald, waarvan spreker ter aanschouwelijke voorstelling een zeer vergroot exemplaar hanteerde, draagt aan de punt het oog en aan de ééne zijde eene gleuf, die eene diepte heeft overeenkomstig de dikte van den draad. Aan den anderen kant is de naald effen. Gesteld nu, dat de naald met de punt naar beneden is gekeerd en dat door het oog aan die punt de draad is gestoken, zoodat de beide draaduiteinden opwaarts loopen langs de beide loodregte zijden van den naald, waarvan de een voorzien

(1) Op de Parijsche tentoonstelling bevinden zich thans ook weder naaimachines, die door middel van een uurwerk worden gedreven. Het opwinden der veer vereischt 3 minuten; daarna kan men ongeveer 3 kwartier rustig met de machine werken.

is van eene gleuf, de andere glad: dan is het duidelijk, dat zoodra de naald van boven naar beneden door het doek wordt gestoken, de draden aan beide kanten van den naald meêgaan; maar wat gebeurt er, als de naald op zijn weg terugkeert en weêr van beneden naar boven wordt getrokken? De draad, die door het oog wordt vastgehouden en waarvan de beide einden vlak langs de zijden van den naald door het doek loopen, gaat aan die beide zijden niet even vlug meê. Aan de eene zijde van den naald vindt de draad eene gleuf, waar deze zich bergen kan en vrij door den naald in diens beweging naar boven wordt meêgevoerd; maar het andere eind van den draad ondervindt bij het terugtrekken weêrstand tusschen den naald en het doek; de draad stribbelt daar een poos tegen om met den naald door het gat van het doek te ontwijken, laat inmiddels den naald met den draad aan de andere zijde, die rustig in de gleuf ligt, passeren en vormt zelf over de lengte van het stuk naald, dat weêr naar boven is teruggekeerd, eene lus, natuurlijk onder het doek. Maar op het zelfde oogenblik, dat de lus wordt gevormd, treedt het spoeltje, dat den onderdraad draagt, naar voren en wordt bewogen tusschen draad en naald henen. De bovendraad en de onderdraad zijn alzoo door elkaêr gevlochten en worden nu beiden bij de verdere opwaartsche beweging van den naald zoodanig opgetrokken dat zij zich juist in het midden der dikte van het goed kruisen. Zietdaar de dubbele stiksteek verklaard.

Het spreekt van zelf, dat de stelling van den naald zoowel wat de hoogte van het oog betreft als ten opzigte van het spoeltje volkomen moet beantwoorden aan de voorschriften, die daaromtrent in de handleiding zijn gegeven. Niet genoeg kan aan de dames worden aanbevolen, zich daarvan te overtuigen alvorens de machine in bewe-

ging te stellen en ook vooral daarop te letten, dat bij een bepaald nummer van den naald het daarmede overeenstemmend nummer van den draad wordt gebezigd, omdat meestal daaraan het herhaaldelijk breken van den bovendraad is toe te schrijven. Het vormen van lussen door onder- of bovendraad kan in den regel voorkomen worden door met juistheid de spanning der draden te regelen. Als men dan den weg van de draadleiding slechts stipt volgt en naauwlettend acht slaat op de bewegingen van den naald, ten opzigte van het spoeltje, dan kan men in de meeste gevallen zelf de oorzaak van de storingen wegnemen, indien zij zich mogten voordoen.

Eene zeer ingenieuse toepassing op deže type heeft SINGER aan zijne machine gemaakt. Wij hebben daareven gezien, hoe de naald bij zijne opwaartsche beweging de lus vormt ten einde het spoeltje de gelegenheid te geven den onderdraad door de lus te brengen. Om het spoeltje, dat dien draad door de lus brengt, hierin te gemoet te komen, schiet de naald, reeds gedeeltelijk omhoog gerezen, nog even naar beneden, waardoor de bovendraad nog wat kan nageven, om het spoeltje te beter gelegenheid te geven zich tusschen naald en draad voort te brengen. De ingenieuse toestel, waarmeê deze kleine neêrwaartsche beweging van den naald bij elken steek verkregen wordt, noemt men het «Singer'sche hart.» Spreker had een model van dat «Singer'sche hart" op groote schaal in hout doen vervaardigen, waardoor de beweging zeer aanschouwelijk werd voorgesteld.

Bij de machine van WHEELER en WILSON wordt de bovendraad door middel van een draaijende haak, zoodra de naald eene bovenwaartsche beweging maakt, in de lus gegrepen, medegevoerd en om den onderdraad gelegd, die te dien einde op een tegen de haak liggend klosje is ge-

wonden. De werking van den dubbelen steek is hier nog meer ingewikkeld en in hooge mate vernuftig. Het kenmerkende onderscheid tusschen de *Wheeler and Wilsons* en de *Singers* ligt hierin, dat bij de eerste machine de tweede steek den eerste aanhaalt, terwijl elke steek van de *Singer* zich zelven aantrekt.

Spreker liet regt wedervaren aan het ingenieuse en doelmatige van beide stiksteek-machines. Aan de *Singer* moet echter uit een constructief oogpunt de voorkeur worden gegeven. Zij is stevig gebouwd en vindt hare toepassing, niet alleen voor huisselijk gebruik, maar ook in vele ambachten, daar waar b. v. dikke stoffen als leêr, enz. bewerkt moeten worden. De heer Agterberg, agent van de *Singers* in de Veenestraat, liet ons de uitstekende werking zien van eene stevige machine voor de verwerking van zwaar leêr. Ook de watertoestel, om de machine in beweging te brengen, werd in werking gezien en de aanwezigen waren in de gelegenheid, de verklaring op de platen te vergelijken en zich duidelijker voor den geest te roepen, bij het zien werken van de machines zelven. Met de meeste belangstelling werden de teekeningen bezigtigd, volgens eene voor het doel uitmuntende methode keurig vervaardigd door den heer H. van Brugge, teekenaar 1e kl. aan de constructie-werkplaatsen te Delft.

Wij meenen ons niet ten eenenmale te vergissen als wij ten slotte beweren, dat de heer VAN DER BURG er in geslaagd is om bij de dames meer belangstelling op te wekken in het verstandelijk gedeelte van het gebruik van de naaimachine

VII.

PROF. DR. J. BOSSCHA:

Over de Telephoon van Graham Bell.

Het bestuurslid van de Maatschappij *Diligentia*, de hoogleeraar-directeur van de Polytechnische School, dr. J. BOSSCHA, vervulde de laatste spreekbeurt in het saizoen voor eene buitengewoon talrijk opgekomen vergadering. Het onderwerp was DE TELEPHOON, de reeds veel besproken en beproefde, maar tot heden voor de groote massa nog niet verklaarde uitvinding van den Amerikaanschen hoogleeraar GRAHAM BELL. De hoogleeraar besprak eerst met een enkel woord den opgang, dien het eenvoudige instrument maakte, toen het nu eenige maanden geleden aan de verraste wetenschappelijke- en leekenwereld werd aangeboden; hij herinnerde, hoe dit werktuig, waarmede men zich uit de verte met iemand onderhouden kan, door geheel Europa in tijdschriften en dagbladen besproken, met allerlei namen gedoopt werd, op velerlei wijzen in de practijk toepassing vond en zoo veel en zoo algemeen gerucht maakte, dat de «verrespreker» zelfs twee andere ontdekkingen van den laatsten tijd op den achtergrond drong, die elk op zich zelf reeds belangrijk genoeg zijn,

om de 19e eeuw tot eene merkwaardige in de geschiedenis der wetenschappelijke ontdekkingen te stempelen. Spreker bedoelde de ontdekking van de manen van Mars en van de verdigting van de dampkringslucht en het waterstofgas. Maar wat kon ook meer de aandacht trekken dan een toestelletje, waarmede men op een afstand van eenige kilometers met elkaêr kan spreken, ja onder de zee, en met zoo groote duidelijkheid, dat men zelfs de stem van den onzigtbaren spreker herkennen kan!

De groote eenvoud van het instrument maakte echter, zooals dat met alle dingen gaat, dat de nieuwheid er spoedig afging; voor enkele guldens werden een paar telephonen te koop aangeboden; proeven er meê werden door ieder genomen en bij duizenden werden ze verkocht; ja, de stempel van het gewone en alledaagsche werd er zoozeer op gedrukt, dat de vinding door de ondernemende Gebr. Koster te baat werd genomen, om er hunne onverkoopbare boeken door aan den man te brengen.

Men zou haast geneigd zijn om te vragen, of het nog wel de moeite waard is, over zulk een algemeen bekenden toestel een avond te spreken. Ja, als de verklaring even eenvoudig was als de telephoon op het oog lijkt, zeker niet; maar als men er op let, hoe de werking van dezen toestel juist de grootste natuurkundigen het meest heeft verbaasd, dan behoeft het geen betoog, dat eene verklaring van die werking onze belangstelling in hooge mate moet opwekken. Wij voegen er onzerzijds bij, dat die verklaring door den heer Bosscha voor het meerendeels uit leeken bestaande publiek op zulk eene uitstekende wijze werd gegeven, dat wij niet twijfelen of aan alle hoorders zal de werking van dit schijnbaar eenvoudig werktuig volkomen duidelijk zijn geworden.

Hoevele verschijnselen gaan elk oogenblik onze aandacht voorbij, die de meeste stof tot nadenken kunnen geven! Hoe verwonderlijk is het schijnbaar eenvoudig feit, dat hetgeen de spreker sprak door zijne toehoorders verstaan werd, dat het materiële bewegen van sprekers stembanden gedachten opwekte bij zijn auditorium! De toehoorders kregen, ieder op zijne plaats, den indruk van hetgeen door spreker in beweging werd gebragt, dank zij het onafgebroken stoffelijk verband tusschen den spreker en de toehoorders, dat hem in staat stelt seinen te geven, die ons oor bereiken. Zoo velerlei klanken de spreker uitte, op zoo velerlei wijze bragt de middenstof seinen naar ons oor over. Als middenstof treedt hier de lucht op en de seinen worden gegeven door de trillende bewegingen van al de luchtdeeltjes, die, door de uitzetting van de stembanden aangestoten, in beweging geraken en die beweging aan de opvolgende luchtdeeltjes mededeelen, tot de beweging eindelijk die luchtdeeltjes bereikt heeft, welke ons trommelvlies aanraken. De beweging op dit vlies overgebragt, wordt nu van daar medegedeeld aan de gehoorbeentjes, terwijl eindelijk door prikkeling van de gehoorzenuwen de beweging, die wij geluid noemen, binnen het bereik van onze waarneming valt.

Nu rijst echter de vraag, hoe ons rekenschap te geven van de oneindige verscheidenheid van seinen, die bij het hooren spreken of zingen van iemand ons oor bereiken. Daartoe moeten wij een duidelijker inzigt hebben in het wezen en vooral in de verscheidenheid van de trillende bewegingen van luchtdeeltjes. Een luchtdeeltje verkeert in trilling, wanneer het zich in eene bepaalde rigting van zijne plaats in de ruimte verwijdert, naar zijne plaats terugkeert en de beweging voortzet voorbij die plaats

juist in tegenovergestelde rigting en vervolgens weêr naar zijne plaats terugkeert. Dat is ééne trilling en nu bepaalt het aantal malen, dat dergelijke trillingen plaats hebben in ééne seconde, de toonhoogte. Zoo openbaart zich het groote verschil van het aantal trillingen, dat het aanslaan van de onderscheiden lagere en hoogere toetsen van de piano de luchtdeeltjes doet ondergaan, in de verschillende toonhoogte.

Een tweede punt van verschil tusschen de eene trillende beweging en de andere is de uitgestrektheid van den weg, dien de luchtdeeltjes afleggen. Hoe grooter die weg, des te sterker het geluid. Meestal zijn die afstanden of die trillingswijdten zeer klein en onzigtbaar; kan men ze zien, dan zal het geluid zeer sterk, ja dreunend zijn. Een derde en voor ons doel zeker wel het belangrijkste punt van verschil is de wijze, waarop de luchtdeeltjes heen en weêr gaan. Dat heen en weêr bewegen van de deeltjes kan geschieden op de wijze van een schommel, waarvan de snelheid het grootst is in zijn laagste standpunt, terwijl zij naar eene vaste wet afneemt naar mate de schommel een hooger punt bereikt. Maar de deeltjes kunnen nog op eene andere wijze heen en weêr bewegen, b. v. met horten en stooten, of ook wel met eenparige snelheid, zoowel naar den eenen als naar den anderen kant van hun rustpunt. Met de manier van beweging verandert nu de klank. Een voorbeeld van schommelende beweging van de luchtdeeltjes is b. v. het in trilling brengen van de omringende lucht door het principaal register op groote, breede orgelpijpen; terwijl de oorzaak van den geheel anderen klank, dien men bij het aanstrijken van een vioolsnaar hoort, gelegen is in de geheel verschillende beweging van de luchtdeeltjes, met eene standvastige snelheid heen en terug, maar terug veel spoediger.

Spreker vestigde thans onze aandacht op het merkwaardige in de geluidsvoortplanting, dat al de bijzonderheden van het geluid van het eene luchtdeeltje onveranderd overgaan op het andere. De eenige verandering is, dat de bewegingen allengs iets kleiner en de indrukken op het oor daardoor iets zwakker worden. Den spreker en zijn geluid kan men echter volkomen herkennen uit de verkleinde copie, die tot ons oor doordringt. Het behoeft geen betoog, dat het geluid een zekeren tijd noodig heeft om den afstand van den voortbrenger tot ons oor af te leggen. Wanneer een spreker een woord uit, is er een oogenblik waarop hij reeds gesproken heeft, maar de toehoorder nog niets vernomen heeft. Op dat oogenblik bevindt zich ergens tusschen beiden een groep luchtdeeltjes, die aan het trillen zijn en die in hunne bewegingen alle bijzonderheden van het gesproken woord bevatten. Zij zeggen als het ware het gesprokene na. Allengs komt deze beweging nader tot den toehoorder tot zij eindelijk zijn trommelvlies bereikt, dat nu op zijne beurt het gesprokene nazegt en aan de gehoorzenuwen overbrengt.

De veerkracht van de lucht, d. w. z. de neiging van elk luchtdeeltje om, na aangestooten te zijn, weêr naar zijne oude plaats terug te keeren, speelt in deze zamengestelde beweging, welke wij geluid noemen, de hoofdrol. Zonder haar zou geen luchttrilling mogelijk zijn, aan haar zijn wij het heerlijk genot van de muziek verschuldigd en danken wij den grooten factor van de menschelijke zamenleving, de menschelijke spraak. Het eigenaardige nu van de telephoon is hierin gelegen, dat dit werktuig het eerste voorbeeld is van het overbrengen van trillingen door andere krachten dan de veerkracht, te weten door de electriciteit en het magnetisme.

Ieder weet, dat een magneet een stalen staaf is, die

het vermogen heeft om weekijzeren voorwerpen aan te trekken. Merkwaardig is het verschijnsel, dat die voorwerpen dan zelven magneet worden, wel te verstaan zoolang zij in de nabijheid van den oorspronkelijken magneet blijven. Daartoe bepaalt zich echter de werking niet. In het weekijzeren voorwerp, dat oorspronkelijk niet magnetisch was, openbaart zich magneetkracht, die op hare beurt op den magneetstaaf werkt en daarin de magneetkracht versterkt. De werking is dus over en weêr. Het aanleggen van een stuk week ijzer maakt, dat de magneet zelf krachtiger wordt. Men geve op dit verschijnsel wel acht, daar het veel bijdraagt tot de verklaring van de telephonische werking.

Het wezen van de electriciteit laat zich minder gemakkelijk verklaren. Voor het doel, de werking van de telephoon, is het echter voldoende, zich een denkbeeld te vormen hoe de electriciteit zich voortplant. Spreker stelde de voortplanting van de electriciteit ons voor als die van een uiterst fijn gas met de eigenschap, dat het bij voorkeur zich beweegt van de plaatsen waar het zaêmgeperst is naar de plaatsen, waar dit niet het geval is. Evenals ons lichtgas uit de reservoirs in de fabriek, waar het zaêmgeperst is, tot onze vertrekken doordringt waar de lucht niet in dien toestand verkeert, zoo beweegt zich ook de electriciteit, met dit verschil nogtans dat het gas zich beweegt in de vrije ruimte door open buizen, terwijl de electriciteit eene geleiding verkiest door vaste stoffen, bij voorkeur door staven, platen of andere voorwerpen van metaal. Door sommige stoffen geschiedt die geleiding van de electriciteit zeer moeijelijk, bv. door glas, wol, zijde, gutta-percha, die daarom bekend zijn als slechte geleiders van de electriciteit. Door de lucht gaat de electriciteit in 't geheel niet over.

Spreker beschreef ons den circulerenden stroom van de electriciteit door een gesloten draad; hoe de electriciteit aan den eenen knop van een element tot zekeren graad wordt zamengeperst en aan den anderen knop in die zelfde mate wordt weggezogen of verdund; stelt men zich dan eene verbinding voor van die beide knoppen door een metaaldraad, dan gaat die electriciteit rond. Van den knop, waar de electriciteit is zamengeperst, gaat zij door den knop onophoudelijk naar den knop waar de electriciteit is verdund, want men kan de werking van het element vergelijken bij die van een zuig- en perspomp, die onophoudelijk de electriciteit in den eenen knop op nieuw zamenperst en in den anderen op nieuw verdunt. Brengt men de beide knoppen door koperdraden in verband met een bakje, waarin twee met kwik gevulde holten, zoodanig dat in het eene kwikbakje de electriciteit wordt weggezogen, in het andere zamengeperst, dan kan men zich de draden, in die bakjes uitloopende, verbonden denken door een metalen geleider. Langs dien geleider zal de electriciteit dan overstroomen met eene snelheid van eenige duizenden kilometers in de seconde.

Als de geleiding een korten, niet te dikken draad volgt, kan men de electriciteit zien. Spreker toonde dit aan door de bekende proef van gloeijing. Is de draad dikker en langer, dan kan men de electriciteit wel niet zien, maar men kan ze toch duidelijk maken door een magneetnaald bij den draad te plaatsen. De naald wijkt dan onmiddellijk van zijne rigting naar het noorden af. Is de draad vele malen omgewonden om een klos en loopt de stroom bijv. door een duizendtal windingen, dan veroorzaken reeds zeer zwakke stroomen afwijkingen van den magneetnaald.

Wind ik den draad om het einde van een ijzeren staafje,

dat niet magnetisch is, dan zie ik dat staafje magnetisch worden. Op groote schaal nam spreker van die opwekking van magneetkracht door electriciteit eene zeer fraaije proef. Een zware ijzeren staaf was in 't midden voorzien van een met een duizendtal windingen omwoelden klos, die vrij langs den staaf op en neêr kon bewegen. (1)

De beide uiteinden van het duizendvoudig om den staaf gewoelde koperdraad waren weêr in de beide kwikbakjes gedompeld, waarin de uiteinden van de draden der electriciteitsbron uitkwamen. De geleiding was dus tot stand gebragt en de electriciteit moest nu 1000-maal den klos en dus ook den staaf rondgaan. De enorme magnetische kracht, welke daardoor in den staaf ontwikkeld werd, in 't midden of aan 't einde naar mate de klos meer van het midden naar de uiteinden werd geschoven, liet spreker ons duidelijk zien door een anderen weekijzeren staaf voor den aldus gemagnetiseerden staaf te plaatsen. Zoo hecht werd de tweede staaf aan den eersten vastgeklonken, dat deze laatste er mede opgeheven kon worden. Werd de weekijzeren staaf op een korten afstand van den magneetstaaf geplaatst, dan zag men eerstgenoemden reeds magnetisch worden en, naar mate hij digterbij geplaatst werd, op zijne beurt magnetische werking uitoefenen op den grooten magneetstaaf. Het stuk week ijzer werkt dus terug op den magneet, als het digter bij wordt geplaatst in toenemenden, als het verder verwijderd wordt in afnemenden zin. Wij zien dus, dat het vermogen, om magneetkracht

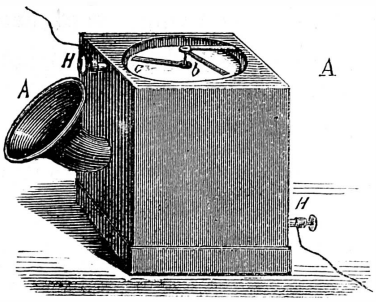
(1) Dezen klos, waardoor op zeer eenvoudige wijze een draadwindsel van de eene plaats naar de andere bewogen wordt, heeft de wetenschap te danken aan het verleden jaar overleden bestuurslid van *Diligentia*, mr. P. ELIAS, aan wiens nagedachtenis spreker hulde bragt.

in ligchamen op te wekken, ook doorgaat, al zijn die ligchamen reeds magnetisch.

Spreker nam nu weêr den grooten week ijzeren staaf met den omwoelden klos aan het einde en bevestigde aan dat zelfde einde van den staaf een week ijzeren plaat zoodanig, dat die plaat tusschen haar oppervlak en het staafuiteinde eene ruimte liet van een paar millimeters. Werd nu de stroom gesloten en door den klos geleid, zoodat de staaf magnetisch werd, dan zag men de plaat in trilling komen. Wat was er gebeurd? Het middengedeelte van de plaat, het digst in de nabijheid van den magneetstaaf, was insgelijks magnetisch geworden en werkte op den staaf. Zoodra de stroom werd afgebroken, keerden de staaf en ook de plaat weêr in normalen toestand terug. Van daar, bij herhaalde sluitingen en afbrekingen van den stroom, eene herhaalde beweging van de middelste plaatdeelen tegen den staaf. Versnelt men nu die herhaalde verbrekingen van den stroom tot een zeer groot aantal malen in de seconde — spreker deed het hier met behulp van een zelfbreker — dan is het duidelijk, dat in het zelfde tijdsverloop de plaat even veel malen door den staaf wordt aangetrokken en weêr losgelaten. Het geluid, dat de plaat daarbij laat hooren, heeft volmaakt de zelfde toonhoogte als het geluid, dat door het gedurig afbreken en sluiten van den stroom wordt veroorzaakt.

Wij hebben hier dus reeds, in den invloed van deze klimmende en dalende magnetische werking op de beweging van eene plaat, een begin van de verklaring van de telephoon. Prenten wij dit nu wel in het geheugen en volgen wij dan den spreker in zijne beschrijving van de telephoon van Reiss, die Graham Bell waarschijnlijk op het idee bragt van zijne veel volmaakter vinding. De

telephoon van REISS, is een houten bakje (A), in een van



welks zijden een roeper (A) uitkomt, terwijl de holle ruimte van boven gedekt is door een vlies, dat in 't midden een klein metalen lovertje *(b)* draagt, dat door een metalen bandje *b c* in verbinding staat met den geleiddraad H. Tegen het lovertje *b* rust een klein platina stiftje, dat los op en neêr kan bewegen en dat deel uitmaakt, door middel van een ander metalen bandje, van de stroom-geleiding langs den tweeden draad H, die aan het knopje onder aan het bakje is gehecht. Brengt nu de menschelijke stem door den roeper de lucht in het bakje in beweging, dan gaat het vlies trillen, maar even vele malen als het vlies trilt, wordt de stift opgeligt, waardoor de electrische geleiding wordt verbroken. Slaat men een hooger toon aan, dan zal het vliesje ook sneller gaan trillen en de electrische geleiding wordt talrijker verbroken.

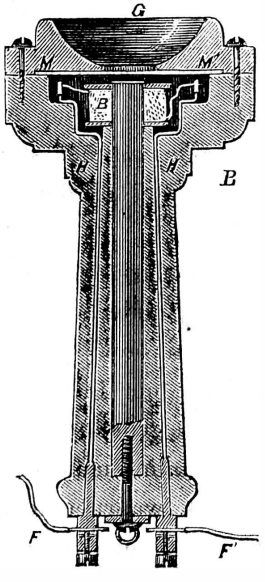
Spreker bragt nu deze telephoon van REISS in verbinding met een gewone telephoon, en verzocht den amanuensis zich met den eersten toestel in eene andere kamer te begeven en door den roeper te zingen, terwijl spreker de andere telephoon in de hand hield. Het plaatje in sprekers telephoon ging nu even zoo vele malen in de seconde op en neêr als het vlies in de andere kamer,

of juist zoo veel keer als de stroom heen en weêr ging. Een geheel ander geluid werd echter vernomen als door den zanger in de andere kamer werd aangeheven: dof, benaauwd, kortom niets anders werd gehoord dan de toonhoogte; het aantal trillingen in de seconde werd precies overgeseind, maar daar bleef het ook bij.

GRAHAM BELL trachtte nu het groote vraagstuk op te lossen, om behalve den trillingstijd ook de trillingswijdte over te brengen en daardoor de fijnste bijzonderheden van de wijze, waarop bij het voortbrengen van een bepaald geluid de luchtdeeltjes in trilling worden gebragt. Om aan te toonen, van welke werking van de electriciteit GRAHAM BELL hier gebruik maakte, keerde spreker weêr tot den zwaren ijzeren staaf terug, waarop hij nu bij den eersten klos een tweeden schoof, zoodat aan elk der beide uiteinden een omwoelde klos was geplaatst. De uiteinden der draden van den eersten klos staan nog altijd in verbinding met de electriciteitsbron, maar die van den anderen klos loopen naar een anderen toestel, waar zij weêr een groot aantal malen opgewonden zijn in de nabijheid van een magneetnaald.

Breng ik nu in de draden van den eersten klos de electriciteit in beweging en wek daardoor de magneetkracht op in den staaf, dan ontstaat, bij toenadering van den eersten tot den tweeden klos, in de draden van dezen laatsten een stroom in tegengestelden zin, welke stroom zich verraadt door den magneetnaald zijn stand te doen verlaten. Verminder ik de magneetkracht in den staaf, door den eersten klos weêr wat van den tweeden te verwijderen, dan keert de stroom in den tweeden klos om, en ik merk dit aan den magneetnaald, die in de andere rigting afwijkt. Het is niet bepaald noodig, dat de electriciteit van den eersten klos die werking

verrigt. Deze laatste openbaart zich ook, als bij het gedeelte van den staaf, dat den tweeden klos draagt, welks draden naar den magneetnaald loopen, een tweede week-ijzeren staaf wordt gebragt. Door het heen en weêr bewegen van dezen kleinen staaf neemt de magneetkracht in den grooten beurtelings af en toe, en in de zelfde mate ontstaan in de draden van den klos stroomen in dezen en genen zin, die aan de beweging van den magneetnaald zigtbaar worden. In plaats van het stuk week-ijzer kan nu ook eene plaat voor den magneetstaaf in heen en weêr gaande beweging worden gebragt. Wat rest ons nu nog meer voor de verklaring van de telephoon? Als wij dat toestelletje (B)



eens ontleden, zullen wij zien, dat wij er precies zijn.

Vooreerst zien wij den houten koker (H H) met de komvormige holte (G), die aan den mond en aan het oor wordt gebragt, om het geluid dat overgebragt en ontvangen wordt

te concentreren en van het geluid van de buitenwereld af te sluiten. Over de geheele lengte van dit omhulsel ligt een magneetstaafje, aan welks einde een rolletje draad (B) is gewoeld en vlak vóór dat staaf je een plaatje (M M'). Als men nu op het midden van dat plaatje drukt en het dus in heen en weêr trillende beweging brengt, wordt de magneetkracht in het staafje wat sterker en ontstaat er een stroom in het rolletje. Die electrische stroomen, op en neêrgaande naar mate van de beweging van het plaatje, werken nu in de telephoon en copiëren naauwkeurig alle bijzonderheden van het geluid, zoowel den trillingstijd, de trillingsintensiteit als de manier van trilling. Langs de geleiddraden (F F') verlaat nu de stroom, die alle bijzonderheden van het geluid in zich heeft opgenomen, de eene telephoon en doet in het tweede werktuig de omgekeerde werking ontstaan. Daar neemt door de electriciteit in den draad de magneetkracht van het staafje beurtelings toe en af, waardoor het plaatje ook daar wordt aangetrokken en afgestooten.

De verbazende naauwkeurigheid, waarmede de geluidstrillingen in alle fijne bijzonderheden worden overgebragt, heeft de wetenschap een bewijs te meer geleverd, hoe gevoelig het menschelijk oor is voor de geringste sporen van geluid. Het binnenste gedeelte van het telephoonplaatje behoeft slechts $^1/_{400\,000}$ mm. heen en weêr te bewegen, om het geluid duidelijk waarneembaar over te brengen.

Spreker stond thans nog een wijle stil bij de practische beteekenis van de telephoon. Daar het een seinmiddel is, dat geen oefening eischt, gaat deze vinding, bij voortgezette verbetering, voor de practijk eene schoone toekomst te gemoet. Op zuiver wetenschappelijk gebied zal de telephoon van onberekenbaar nut worden. De spreker

stipte slechts aan het juiste inzigt, dat de telephoon ons reeds gegeven heeft in de fijnheid van de bewegingen der veerkracht. Het onderzoek van dit merkwaardige instrument heeft reeds geleid tot een nieuw wonder der wetenschap, de zamenstelling van de phonograaf, die de spraak opteekent op een stuk bladtin, de aldus gegraveerde spraak bewaart om ze later weêr terug te geven als het gesproken woord.

Uit deze vinding zal zeker weêr een nieuw onderzoek voortvloeijen en de vraagstukken worden opgelost, die op de klankvorming betrekking hebben. Zoo opent zich de wetenschap bij elken stap voorwaarts een nieuwen horizon, want de natuur loont hare dienaren door hun steeds hooger genot te bereiden.

Aan het eind van de schoone voordragt van prof. Bosscha mogen wij niet nalaten hem onze hulde te brengen voor de uitstekende wijze, waarop hij de reeks belangrijke voor dragten in dit saizoen heeft gesloten.

INHOUD.

—

I. Dr. J. H. H. Hülsmann, Over Sferen-Harmonie (I en II) . . . . . Blz. 1

II. H. Witte, Over Bloemen en Insecten . » 33

III. Dr. A. Brester, Over de Voeding van den Mensch (I, II, III en IV) . . . . . » 47

IV. Prof. dr. L. Mulder, De Cirkelgang der stof op Aarde (I en II) . . . . . » 97

V. Jhr. dr. Edw. Everts, Over Metamorphose en Generatiewisseling . . . . . » 117

VI. Kapitein P. van der Burg, Over de mechanische inrigting van de Naaimachines tot huiselijk gebruik . . . . . » 128

VII. Prof. dr. J. Bosscha, Over de telephoon van Graham Bell . . . . . » 138